



# GESTIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO

## UNA EXPERIENCIA EN LA INDUSTRIA LÁCTEA NACIONAL

### AUTORES

ANDRÉS OLIVERA (1)  
CARLOS SAIZAR (1)  
GUADALUPE MARTÍNEZ (1)  
MARIANA SCALA (2)  
CYNTHIA LIMA (2)  
EDITH ARMANETTI (2)

(1) LABORATORIO TECNOLÓGICO DEL URUGUAY, **LATU**  
(2) COOPERATIVA NACIONAL DE PRODUCTORES DE LECHE,  
**CONAPROLE**

*La cuantificación de la huella de carbono y el intercambio de información sobre el desempeño ambiental a lo largo de las cadenas de valor son prácticas que en la actualidad algunas empresas del medio han comenzado a incorporar como un plus. Este artículo describe la experiencia de implementación de esta herramienta en Conaprole y el impacto y las mejoras en la gestión integrada de la empresa.*



→ Gestión de la huella de carbono. Una experiencia en la industria láctea nacional

**E**n la actualidad, el impacto ambiental de los productos y servicios son temas que están cada vez más presentes como una de las condicionantes en la decisión de compra de los consumidores. Esta tendencia que tuvo su origen en el mercado europeo, de a poco se ha ido extendiendo a Latinoamérica. Un buen desempeño desde el punto de vista ambiental se ha convertido en un diferencial para las organizaciones y en muchos casos el anticiparse a los requerimientos locales o regionales les ha brindado ventajas competitivas.

Las cadenas de valor están incorporando en sus ámbitos de gestión la mitigación del impacto ambiental desde sus procesos. Esto ha redundado en un sostenido fortalecimiento de las marcas y ha impactado en forma positiva en la eficiencia energética de las organizaciones, permitiendo generar mayores márgenes en un contexto económico en el que la competencia ya no está dada simplemente por precios sino también por la optimización de la gestión de estas cadenas.

El cálculo y gestión de la huella de carbono y el análisis del ciclo de vida son algunas de las herramientas más difundidas y normalizadas a nivel internacional para la gestión ambiental de las organizaciones. En Uruguay, Conaprole las ha incorporado con el apoyo del LATU dentro de una serie de acciones orientadas a una gestión ambiental responsable, la optimización de los recursos y adelantándose al cumplimiento de los requisitos que puedan establecer sus clientes. Este artículo describe la experiencia de implementación de esta herramienta en base al estudio de tres productos de exportación (leche en polvo, manteca y queso muzzarella), y el impacto y las mejoras incorporadas en la gestión integrada de Conaprole. El estudio tuvo por alcance a cinco plantas de producción de la cooperativa.

A partir de esta experiencia se realizó en este artículo un análisis de cómo se ha avanzado en esta temática en el país, desde una organización líder en la industria láctea y en relación con el contexto internacional.

## Una práctica necesaria

Varias cadenas de la Unión Europea han liderado un proceso en el que han oficiado como agentes de tracción para la cuantificación y gestión de las emisiones de gases de efecto invernadero. Los sectores de consumidores sensibles e informados sobre las problemáticas ambientales han apoyado de manera entusiasta estas iniciativas, valorando en forma diferencial los productos que estuvieran asociados a esta gestión. Pero lo que inicialmente ha sido voluntario para los proveedores de esas cadenas, con el tiempo devino en carácter mandatorio.

A modo de ejemplo, la entrada en vigencia de la Ley Grenelle II (Francia, 2010) establece como requerimiento de etiquetado de productos de consumo masivo la información sobre la huella de carbono asociada a ellos. También el sector empresarial está dando señales claras respecto al tema. Cadenas internacionales de supermercados han incluido como práctica informar sobre la huella de carbono y requerir a sus proveedores la información en los productos que se comercializan en sus góndolas.

La cuantificación de la huella de carbono y el intercambio de información sobre el desempeño ambiental a lo largo de las cadenas de valor son prácticas que en la actualidad algunas empresas del medio han comenzado a incorporar como un plus para la colocación de su producción con destino a la exportación hacia países dentro y fuera del Mercosur. Desde el Estado han surgido varias iniciativas de contralor para la regulación ambiental de las organizaciones y para el fomento de la incorporación de tecnologías más limpias o de eficiencia energética. Por su parte, el Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca ha incorporado el cálculo de la huella de carbono a nivel país, lo cual conforma la batería de acciones para la respuesta ante el cambio climático y permite identificar los avances en gestión ambiental de las principales agroexportadoras del país. También se han realizado estimaciones de emisiones para los sectores productivos de lácteos, arroz y carne vacuna en base a la conformación de equipos multidisciplinarios de técnicos e instituciones.

Como herramientas, el cálculo de la huella de carbono y el análisis del ciclo de vida permiten además un mayor conocimiento de la totalidad de la cadena de valor, ya que para la cuantificación se consideran las actividades aguas arriba y abajo de los procesos en estudio. Esta visión integral de las cadenas no solo las fortalece, también incide en una gestión conjunta dirigida a la eficiencia de los procesos involucrados, la calidad de los productos y servicios y el posicionamiento en mercados que día a día imponen mayores exigencias. En el informe de consultoría "Huella de Carbono y Comercio Exterior en Uruguay"; de Becoña y Ordeig (2013), se referencian las experiencias a nivel local de la industria frigorífica y la vitivinicultura.

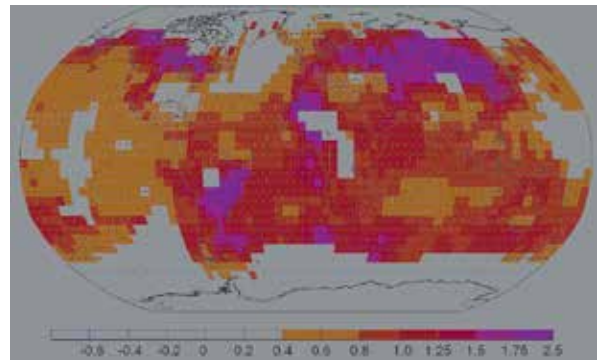
En la industria láctea se ha transitado por un proceso de mejora de la gestión ambiental a conciencia del impacto climático causado por las emisiones de gases de efecto invernadero. Países como Nueva Zelanda cuentan con una vasta experiencia ligada a la cuantificación y gestión de las emisiones asociadas a la actividad lechera.

## Sobre la huella de carbono y el efecto invernadero

La superficie de la tierra es calentada por la energía solar que ingresa a la atmósfera mediante radiaciones que son capturadas y/o absorbidas por las nubes y los gases atmosféricos. La radiación infrarroja emitida por la superficie terrestre caliente por la absorción de radiación solar queda parcialmente retenida por nubes y algunos gases que impiden que pase hacia el espacio exterior. Este efecto natural protector de las nubes y los gases es conocido como efecto invernadero y es esencial para el desarrollo de vida en el planeta, dado que asegura la temperatura compatible a tal fin. De no existir este fenómeno se estima que la temperatura media de la superficie terrestre sería de  $-18^{\circ}\text{C}$ .

Según datos estadísticos, en los últimos 150 años la concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera terrestre ha aumentado dramáticamente. Estos gases que absorben la radiación terrestre al incrementar su proporción en la atmósfera están provocando el aumento de la temperatura media del planeta.

Las causas identificadas como responsables de este fenómeno son el aumento de las emisiones antropogénicas (básicamente por el consumo de combustibles fósiles), la disminución de la eficiencia de los sumideros naturales (bosques, océanos) y los cambios en el uso de los suelos (cultivos y deforestación).



**Gráfico 1.** Tendencia de calentamiento global en  $^{\circ}\text{C}$  en los últimos 30 años (Fuente: IPCC, 2013).

El impacto de este proceso se ha visto reflejado en el progresivo derretimiento de las masas polares, la alteración de los ciclos de vientos y volúmenes de lluvia (sequías o inundaciones), la disminución de la biodiversidad, la afectación de centros poblados y la migración forzada, entre otros.

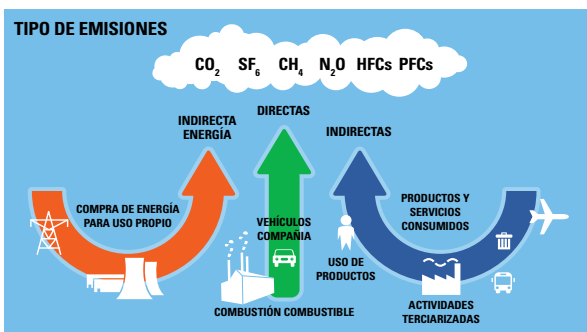
La medición de la huella de carbono consiste en la cuantificación del volumen de las emisiones de gases de efecto invernadero que se producen en forma directa o indirecta por las organizaciones, productos, servicios, personas o eventos. Esta información sirve para determinar la incidencia en el calentamiento global por las actividades de una organización o por el ciclo de vida de un producto o servicio.

Los gases de efecto invernadero tienen diferente poder de calentamiento global. Para facilitar la cuantificación se ha convenido el uso como unidad de medida de referencia

del  $\text{CO}_2\text{e}$  (dióxido de carbono equivalente). Al resto de los gases de efecto invernadero se les aplica la equivalencia correspondiente para así unificar las unidades en el cálculo. A modo de ejemplo, una tonelada de  $\text{CH}_4$  (metano) emitida a la atmósfera equivale a 25 toneladas de  $\text{CO}_2\text{e}$ , de lo que se deduce que el poder de calentamiento del  $\text{CH}_4$  es 25 veces superior al del  $\text{CO}_2$ . A su vez, el  $\text{N}_2\text{O}$  (óxido nítrico) es 218 veces mayor que el  $\text{CO}_2$  en cuanto a su poder de calentamiento.



**Figura 1.** Esquema del efecto invernadero.



**Figura 2.** Tipos de emisiones asociadas a los gases de efecto invernadero (Fuente: World Business Council for Sustainable Development, 2012).

## Cálculo de la huella de carbono

El cálculo de las emisiones se realiza considerando tanto las emisiones directas como las indirectas. Las emisiones directas comprenden las que provienen de fuentes que son propiedad de la organización y gestionadas por ella, como la combustión de calderas. Las emisiones indirectas corresponden a la compra de energía para las operaciones y a la compra de productos o servicios tercerizados. Son las emisiones que la organización no controla en forma directa, por ejemplo, las contrataciones de suministro eléctrico, el transporte de carga, la generación de residuos, los viajes de negocios o las franquicias.

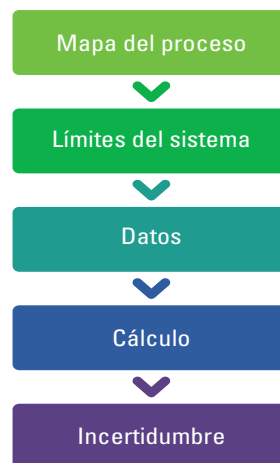
Para efectuar los cálculos de las emisiones existen varios estándares y guías de referencia a nivel internacional. Entre ellas se pueden destacar las siguientes:

- GHG Protocol – Inventarios generales de emisiones de gases de efecto invernadero.
- Guía IDF 445-2010 – Metodología para la cuantificación del ciclo de vida en el sector lácteo.
- Norma ISO 14067 (en fase de discusión) – Especificaciones para el cálculo de la huella correspondiente a un producto, su etiquetado y comunicación.
- Norma ISO 14064-3 – Verificación del cálculo de huella de carbono.

Por otra parte, también se han desarrollado guías sectoriales específicas que contemplan las particularidades de estos sectores, como la Guía IDF 445-2010 – Metodología para la cuantificación del ciclo de vida en el sector lácteo.

La PAS 2050:2011 basa su modalidad de cálculo en la determinación de la unidad funcional del producto o servicio a analizar basándose en los siguientes principios:

- Relevancia: Elección de las fuentes de gases de efecto invernadero, de sumideros de carbono, datos y métodos adecuados para la cuantificación correspondientes a los productos o servicios en estudio.
- Completitud: Inclusión de la totalidad de emisiones de gases de efecto invernadero y de secuestro de carbono asociadas a la huella de carbono final de un producto o servicio en estudio, salvo excepciones claramente definidas.
- Consistencia: Posibilitar la comparación de datos de emisiones y otros cálculos de huella de carbono.
- Precisión: Minimizar la incertidumbre del cálculo a niveles aceptables.
- Transparencia: Comunicados los resultados del cálculo de la huella de carbono según el estándar de referencia, una tercera parte debe poder acceder a la información necesaria ligada a las emisiones en estudio y así volver confiables esos cálculos y la metodología para llegar a ellos.



**Figura 3.** Metodología de cuantificación (Fuente: PAS 2050:2011).

## La ganadería, los alimentos y la huella de carbono

En el informe de la FAO titulado “La larga sombra del ganado”, de Henning y Steinfeld (2009), se da cuenta del impacto que las actividades pecuarias tienen sobre el medio ambiente y el cambio climático, las cuales en base a estimaciones son responsables del 9% de las emisiones de CO<sub>2</sub>, del 37% de CH<sub>4</sub> y del 65% de N<sub>2</sub>O. Los últimos dos gases tienen mayor permanencia en la atmósfera respecto al CO<sub>2</sub> que se absorbe por los vegetales, por lo tanto su incidencia en el efecto invernadero es superior. La activi-

dad ganadera es la principal responsable por las emisiones de estos dos gases. Según estimaciones generales, en la producción ganadera la mayoría de las emisiones de gases de efecto invernadero ocurren en la fase de producción primaria en los predios (70%). El resto se adjudica a los procesos de transporte, industrialización y distribución de los productos terminados hasta los puntos de consumo.

Los sistemas de etiquetado con información sobre las emisiones asociadas al producto en cuestión son una de las formas de comunicación obligatoria, o voluntaria, cada vez más frecuentes en las grandes superficies de abastecimiento, y esta información es accesible a todos los actores de la cadena de valor.

## Análisis de ciclo de vida de un producto

El análisis del ciclo de vida de un producto considera la sucesión de etapas que transita, desde la obtención de las materias primas que lo conforman hasta el final de su ciclo, cuando es desechado o reciclado.

Como metodología, el análisis del ciclo de vida de los productos se emplea para la cuantificación de los impactos ambientales y la medición de la huella de carbono de un producto o servicio así como de los componentes asociados a su ciclo de vida. Para ello se consideran las entradas y salidas del sistema en estudio, a fin de obtener la información necesaria para poder generar estrategias de mitigación.

Entre las formas más frecuentes para definir el alcance del análisis de ciclo de vida se encuentran las siguientes alternativas:

- De la cuna a la tumba. Corresponde al ciclo total o inventario completo (origen de la materia prima hasta su disposición final o reciclado).

- De la cuna a la puerta. Consiste en la producción primaria hasta dejar la materia prima en el portón de entrada a la fábrica o hasta la salida de esa fábrica (origen de la materia prima hasta su salida de planta o distribución).
- De la puerta a la tumba. Considera desde el portón de salida del producto final en planta hasta la tumba (uso o consumo, disposición final).

## Materia prima y pre-proceso

El ciclo de vida de un producto se inicia mediante la obtención de toda la materia prima necesaria para su elaboración y pre-proceso. Se entiende por materia prima a todos los materiales primarios y secundarios necesarios para producir un determinado bien.

## Producción

Consiste en todas las actividades de transformación y agregado de valor que sigue el producto entre la entrada de la materia prima a planta hasta su distribución como producto intermedio o final.

## Distribución

Abarca las tareas de transporte y el almacenaje del producto terminado hacia los centros de acopio o distribución. Esta etapa comienza cuando el producto sale de la planta de producción y finaliza cuando el consumidor accede al mismo.

**Tabla 1.** Ejemplos de actividades asociadas a las diferentes etapas del ciclo de vida de un producto (elaboración propia).

Materia prima y preproceso	Producción	Distribución	Uso	Disposición
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Minería</li> <li>• Cultivos y agricultura</li> <li>• Procesos adicionales a la materia prima</li> <li>• Limpieza</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Producción, transporte y estiba de productos intermedios</li> <li>• Uso de materiales auxiliares para la producción</li> <li>• Procesamiento de productos principales, terminaciones, fraccionados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Almacenado y carga para transporte</li> <li>• Recepción y clasificación</li> <li>• Transporte entre locaciones</li> <li>• Venta mayorista y minorista</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Almacenado en el sitio de uso</li> <li>• Uso normal</li> <li>• Reparaciones y mantenimiento durante el uso</li> <li>• Preparación del producto para su consumo</li> <li>• Transporte al punto de disposición</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recolección de desechos</li> <li>• Desmantelado</li> <li>• Clasificación</li> <li>• Trituración</li> <li>• Incineración</li> <li>• Transporte a vertederos</li> <li>• Emisiones por procesos de descomposición</li> </ul>

## Uso

La etapa incluye la adquisición del producto por parte del consumidor y finaliza al ser desechado en forma total o parcial, o al empezar el final de su vida. Algunos bienes no generan emisiones de gases de efecto invernadero en este estadio. En otros casos, la incidencia del transporte hasta el punto de uso o disposición puede ser relevante en cuanto a las emisiones asociadas a ese producto.

## Disposición

Esta fase se inicia al estar el producto en condiciones de ser desechado, reciclado o reutilizado y termina cuando ese producto es modificado para ser reciclado o reutilizado, o cuando es enterrado, incinerado, devuelto a la naturaleza, etcétera. Para el caso de los alimentos y la energía las fases de uso y desecho coinciden en una única etapa.

## La experiencia de Conaprole

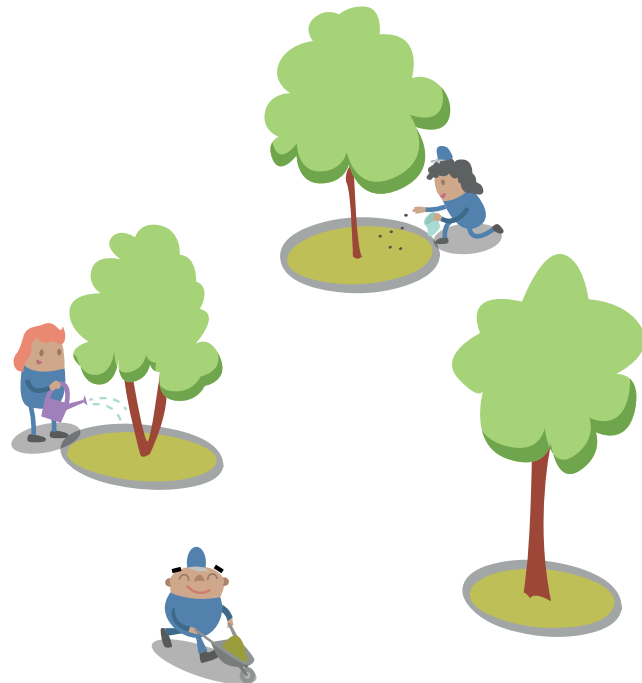
Uno de los objetivos de sustentabilidad de Conaprole es prevenir la contaminación, optimizando los consumos de agua y energía. En ese marco, la gestión de la huella de carbono es una herramienta de sumo interés. Esto implica el empleo de un sistema dinámico de cálculo de esta huella, recopilando datos desde un software de planificación de los recursos empresariales que provee integración de gran parte de la información requerida.

El LATU integra junto con otras instituciones (INIA, Facultad de Agronomía, Plan Agropecuario, entre ellas) el equipo de trabajo conformado bajo la órbita del MGAP para el cálculo de la huella de carbono de varias cadenas productivas (lácteos, arroz, cárnicos) y es el responsable del cálculo para la fase industrial de esas cadenas. En ese marco ya se ha trabajado con Conaprole y otros actores en el cálculo de la huella de carbono de la leche.

El objetivo principal de esta experiencia fue la colaboración del LATU con Conaprole en la implementación del cálculo de la huella de carbono como herramienta de gestión de las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas a sus procesos productivos y producción primaria.

En base a ese objetivo general se plantearon los siguientes objetivos específicos:

- Nivelar los conocimientos sobre la gestión de la huella de carbono en el equipo de trabajo de Conaprole que va a estar involucrado en la obtención de los datos requeridos para el cálculo en torno a los siguientes temas:
  - » Determinación de los límites operacionales y umbral de significancia.
  - » Procedimiento de gestión de la información sobre los gases de efecto invernadero y su reporte.
  - » Proceso de validación y verificación de declaraciones sobre gases de efecto invernadero según la Norma UNIT-ISO 14064-3:2006.
- Trabajar conjuntamente con el núcleo de técnicos de Conaprole que gestionarán el proceso de cálculo y su implementación como herramienta, para determinar el valor de la huella de carbono en tres productos de exportación, leche en polvo, manteca y queso muzzarella, en función de los requerimientos de los mercados de destino. Para establecer la metodología se tomaron como referencia los estándares:
  - » ISO 14064-3: 2006
  - » ISO/DIS 14067-2
  - » PAS 2050: 2011
  - » IDF 445-2010
- Preparar la documentación necesaria para que la cooperativa esté en condiciones de certificar con una entidad acreditada la huella de carbono de los productos seleccionados cuando así lo decida.



## Metodología

La modalidad de trabajo acordada entre ambas organizaciones consistió en una serie de instancias presenciales en las instalaciones de Conaprole en las cuales los técnicos del LATU trabajaron con los técnicos designados por la empresa para realizar trabajo de campo, brindarles apoyo y evaluar los avances que se realizaron con la recopilación de la información para el cálculo y el desarrollo de la documentación de soporte para la metodología en base a los estándares de referencia.

La cooperativa cuenta con un Sistema de Gestión Integrado (SGI) implementado y certificado, por lo que se optó por desarrollar los procedimientos, instructivos y registros según las reglas ya establecidas para ese sistema (formatos y códigos), hecho que fortalece la incorporación de la huella de carbono como un componente más del SGI. Esta documentación tuvo por alcance tanto el cálculo como su verificación, condiciones para presentarse a una certificación de un organismo especializado.

Por otra parte, se previó que durante el proceso de cálculo se pudiera determinar la necesidad o conveniencia de realizar mediciones para tener una mejor estimación de los factores de actividad o de emisión, lo cual puede ser crítico a la hora de certificar la huella de carbono. Se pudo acceder a la totalidad de los datos requeridos para los cálculos gracias a una actividad industrial controlada, monitoreada y con registros por parte de Conaprole.

A continuación se detallan los componentes de la metodología de trabajo para lograr los objetivos del proyecto:

- Realización de talleres de capacitación para las contrapartes del proyecto.
- Revisión del alcance del contrato con clientes a efectos de identificar requerimientos asociados al cálculo y medición de la huella de carbono de sus productos y procesos. Se recomienda el uso de estándares internacionales o locales (no son excluyentes).
- Mediciones en base a ciclos anuales.
- Generación de una línea de base tomando como referencia los últimos cinco años de actividad.
- Identificación en forma preliminar de los diferentes sectores de la cooperativa que están involucrados en el ciclo de vida del producto (productos, compra de insumos y materiales, mantenimiento, transporte, combustibles, uso de agua), responsables por las mediciones de cada sector.
- Confección de un cronograma de reuniones con las diferentes contrapartes a efectos de profundizar en el tipo de información a relevar para el cálculo de la huella de carbono de los productos acordados (leche en polvo, manteca y queso muzzarella).
- Armado de una planilla de inventario para el cálculo de huella de carbono para productores con los siguientes ítems:
  - » Establecimiento
  - » Stock
  - » Producción de leche
  - » Insumos
  - » Transporte de insumos
  - » Energía y combustible
  - » Residuos y efluentes
  - » Transporte de residuos
  - » Alimentación (dieta del rodeo)
- Acuerdo para tomar muestras en base a  $\sqrt{n}$  (total 39,24 = 40 productores)
  - » 02 – (menor o igual 200, 200 a 500L)
  - » 04 – (501 a 700, 701 a 1000L)
  - » 14 – (1001 a 2000, 2001 a 3000L)
  - » 20 – (3001 a 4000, mayor a 4000L)
- Selección de productores a relevar y establecimiento de una reserva de productores a incluir en caso de tener bajas en las matrículas u otras situaciones que impiden la toma de datos de producción (en los últimos años hubo cambios en el mapa de matrículas).
- La estructura de los datos que suministran los productores fue generada a partir de la información del censo del Ministerio de Ganadería.
- Identificación como fuentes confiables de datos sobre los productores las declaraciones emitidas a DICOSE y los registros de compra de PROLESA.
- En todos los casos se especificó el origen de los datos suministrados o relevados por Conaprole. Los datos de producción corresponden a las siguientes plantas:
  - » Planta 7 - Florida
  - » Planta 8 – Villa Rodríguez
  - » Planta 9 – San Ramón
  - » Planta 11 – Rincón del Pino
  - » Planta 16 – Mercedes
- Contacto con el Comité de Energía con el propósito de acceder a una mayor apertura de datos en lo referente a consumos energéticos de la Planta 8 en Villa Rodríguez, departamento de San José.





→ Gestión de la huella de carbono. Una experiencia en la industria láctea nacional

- Elaboración por las contrapartes del proyecto de una planilla única de relevamiento simplificada para ser usada por los productores de la cooperativa.

De acuerdo con la ISO/DIS 14067-2, un estudio de Huella de Carbono (HdC) debe emplear datos que reduzcan lo más posible en términos prácticos el sesgo y la incertidumbre, empleando para tal fin datos de la mejor calidad disponible. En particular se emplearon datos primarios (específicos del sitio) para las operaciones unitarias que contribuyen significativamente a la huella de carbono. Conaprole cuenta con una cantidad muy significativa de datos de actividad de calidad en lo referente a la cobertura temporal (incluso con posibilidad de evaluar la variabilidad interanual) y, al ser primarios, también en cobertura geográfica y tecnológica.

## Cálculo

A efectos de calcular la huella de carbono correspondiente al ciclo de vida de los tres productos de referencia se desarrolló un procedimiento en el que se describen las etapas y requisitos del proceso. Al realizar un análisis de sus emisiones de carbono y emitir reportes públicos de esta evaluación Conaprole responde a los siguientes objetivos específicos:

- Identificar oportunidades de reducción de gases de efecto invernadero en el ciclo de vida de sus productos, para lo cual puede utilizar el inventario de emisiones del ciclo de vida de sus productos analizados para identificar nuevas formas de reducir las emisiones, como también para generar oportunidades de reducción de costos en sus procesos.
- Evaluar riesgos en el ciclo de vida de sus productos. Estos inventarios son una herramienta para realizar una evaluación de riesgos de emisión de gases de efecto invernadero en cuanto a futuras regulaciones y fluctuaciones en el costo de la energía disponible para los distintos procesos.
- Evaluar el rendimiento y las mejoras en sus operaciones.
- Generar un inventario de gases de efecto invernadero a nivel de los productos de la cooperativa permite identificar oportunidades de cambios en el diseño de los productos con el fin de diferenciarlos en el mercado y responder así a los requisitos de los clientes.
- Realizar el análisis de las emisiones de las partes interesadas en el negocio (incluidos los proveedores y clientes) a lo largo del ciclo de vida de sus productos para reducirlas y fortalecer las conexiones.

Para dar cumplimiento a los estándares de referencia para el análisis del ciclo de vida de los productos establecidos para el estudio se generó un inventario de emisiones. Para establecer el alcance de los inventarios de los productos en estudio se cumplieron las etapas que se desarrollan a continuación.

## 1. Selección de los productos

Los productos seleccionados para el estudio son aquellos a los que se le realizaría el inventario de emisiones de gases de efecto invernadero con el fin de determinar las correspondientes a su ciclo de vida. Esta selección representa una muestra de productos característicos de Conaprole con destino a la exportación.

## 2. Definición de las unidades funcionales

Para cada producto analizado, Conaprole definió su unidad funcional en el inventario de gases de efecto invernadero. Estas unidades establecen las características de la función inherente al producto analizado. La unidad funcional consideró atributos del producto, como la función que cumple, su vida útil o el nivel esperado de calidad. Tomando como referencia estas unidades se definieron los flujos de referencia, o sea, la cantidad de producto necesario para cumplir la función.

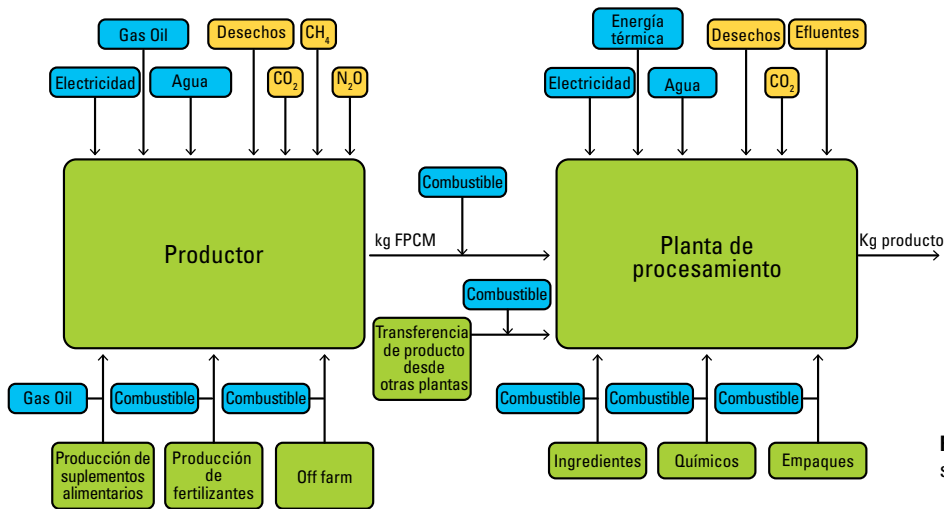
Para definir la unidad funcional fue necesario identificar la función de los productos estudiados, para lo cual se consideró:

- La razón por la que se producen
- Su cometido
- Su servicio
- Las características
- El nivel esperado de calidad

Para definir las unidades funcionales y los flujos de referencia se consideraron los siguientes parámetros: la magnitud, la duración y la calidad esperada.

A la cantidad de producto estudiado necesario para completar la función definida en la unidad de análisis se le denomina flujo de referencia; se puede establecer de dos formas.

### Límites del sistema según IDF



**Figura 4.** Límites del sistema según IDF (elaboración propia).

- Tomar como referencia reglas asociadas al producto en estudio, información o estándares de la industria láctea, etcétera. Cuando Conaprole requiera que los resultados de sus inventarios sean comparables a otros productos similares seguirá este método.
- Definir la unidad funcional en base a parámetros utilizados para un flujo de referencia particular. Para esta situación, el flujo de referencia se basaría en empaques individuales o por lotes.

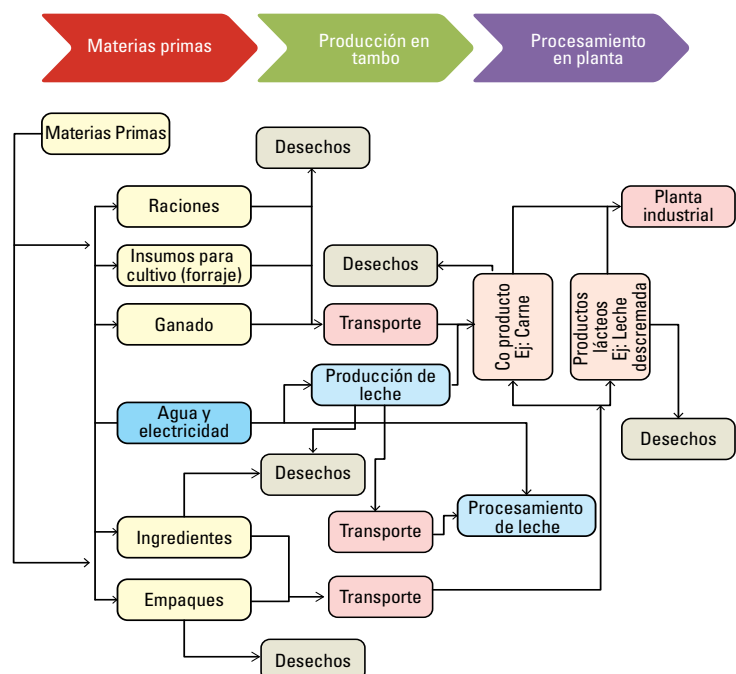
## 4. Elaboración de un mapa de procesos

En el mapa de procesos se graficó en forma esquemática los flujos y procesos que son la fuente de recolección de datos y del cálculo. Para su elaboración se identificaron:

## 3. Establecimiento de los límites de los productos

Establecido el alcance de los inventarios de los productos a estudiar, el siguiente paso fue establecer los límites del inventario o productos. Para este cometido se identificaron los procesos a lo largo del ciclo de vida de los productos con el fin de recopilar los datos necesarios para el cálculo de sus emisiones de gases de efecto invernadero.

Para el cálculo de la huella de carbono de los tres productos seleccionados para el estudio se consideró un esquema de la cuna a la puerta.



**Figura 5.** Mapa general de procesos según IDF (Elaboración propia).

→ Gestión de la huella de carbono. Una experiencia en la industria láctea nacional

- Las etapas del ciclo de vida en el mapa, desde la extracción hasta el fin de vida, o la producción de la “cuna a la puerta,” según sea el producto en estudio.
- La posición en el mapa en donde el producto estudiado se encuentra finalizado y sale del ámbito de responsabilidad de Conaprole.
- Los flujos de entrada de componentes y los procesos aguas arriba del producto necesarios para crear y transportar el producto terminado.
- Los flujos de material y de energía asociados a cada proceso aguas arriba, incluyendo productos que tengan un impacto directo sobre la habilidad del producto para cumplir su función y flujos de salida como desechos y coproductos.

## 5. Análisis de ciclo de vida

Como se detalló antes, esta herramienta sirve para medir la huella de carbono asociada a un producto y así cuantificar el impacto ambiental causado por las emisiones de gases de efecto invernadero correspondientes a las diferentes etapas de su ciclo de vida. Para este estudio no se consideraron las etapas de uso o consumo de los productos seleccionados ni el desecho de los mismos.

## 6. Gestión de datos

Para asegurar la calidad de los datos para el análisis del ciclo de vida de los productos se identificaron como requerimientos mínimos:

- Período de tiempo mínimo de recopilación de 5 años.
- Identificación geográfica de recopilación.
- Soporte tecnológico para la gestión.
- Precisión asegurada mediante actividades de validación y verificación de sus sistemas de información.
- Integridad, representatividad y coherencia.
- Reproducibilidad para asegurar su repetición por parte de terceros.
- Origen / fuente de los datos.
- Asegurar que puedan ser trazables por otros.

## 7. Asignación de emisiones

En el establecimiento de los límites, Conaprole identificó los procesos que tienen flujos de entrada y/o salida en los productos evaluables. En estas situaciones los datos

de emisión y actividad son asignados entre los distintos productos usando criterios de referencia según la guía IDF 445-2010 y la Norma ISO 14044:2006.

## 8. Cálculo de emisiones

El cálculo de la emisiones de los productos en estudio se realiza según lo establecido en las memorias de cálculo que permiten cumplir con este fin en condiciones controladas. Los factores de emisión considerados para cada categoría e ítem son los correspondientes a los listados vigentes emitidos por el IPCC. En las situaciones en las que no estaban referenciados en los listados se recurrió a otras fuentes que permitieron la trazabilidad y evaluación de la calidad y el origen del dato de referencia.

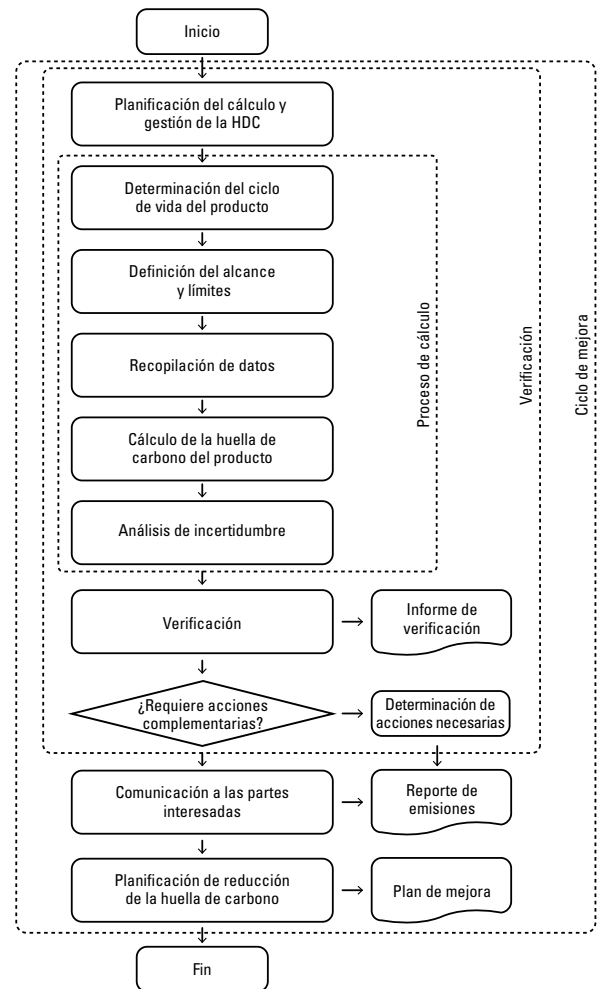


Figura 6. Metodología de cálculo y gestión de la huella de carbono (elaboración propia).

## 9. Gestión de la incertidumbre

El estudio de huella de carbono implica la recopilación de una gran cantidad de información, y no en todos los casos fue posible obtener los datos más apropiados, lo que hizo necesario recurrir a datos bibliográficos o estimados, esto es, datos aproximados en lugar de datos específicos para el sitio. Estas circunstancias determinan la necesidad de probar la robustez de los resultados obtenidos.

En términos generales la verificación de la robustez de los resultados puede detallarse en tres etapas:

- Verificación de completitud de datos en el inventario.
- Verificación de consistencia de la modelación del ciclo de vida.
- Verificar el efecto de la incertidumbre de los datos.

### Análisis de sensibilidad

El análisis de la sensibilidad puede realizarse cambiando sistemáticamente los parámetros de entrada; los que con un cambio menor induzcan a cambios sustanciales en los resultados pueden considerarse como los más críticos. Para calificar una variación como significativa debe definirse un porcentaje o variación mínimo u otros criterios alternativos. Estos análisis se pueden hacer también mediante simulaciones de Monte Carlo con el apoyo de programas informáticos para identificar los parámetros críticos.

### Verificación o validación del cálculo

Para la validación del cálculo de huella de carbono se confeccionó un procedimiento con el cometido de asegurar que:

- Los métodos utilizados para llevar adelante el análisis de los ciclos de vida sean coherentes con los estándares adoptados por Conaprole como referencia.
- La metodología utilizada para realizar estos análisis sea válida desde el punto de vista científico y técnico.
- Los datos utilizados sean adecuados en relación a los objetivos del estudio.
- Las interpretaciones reflejen las limitaciones identificadas y el objetivo del estudio.
- Los informes de estudio emitidos sean transparentes y coherentes.

A estos efectos se conformó y capacitó a un grupo de verificadores a la interna de la cooperativa en base a algunos principios:

- Independencia frente a la actividad que se verifica, sin sesgos o conflictos de intereses, basando las conclusiones en evidencia objetiva.
- Conducta ética: confianza, integridad y confidencialidad a lo largo del proceso.
- Presentación ecuánime de los hallazgos y conclusiones en los informes de verificación, así como de las opiniones divergentes sin resolver entre los actores del proceso.
- Debido cuidado profesional y juicio según la importancia de la tarea realizada y confianza depositada por las contrapartes o clientes.

Asimismo, los verificadores seleccionados deben poder demostrar en cada ocasión:

- Competencia y cuidado profesional acorde a sus responsabilidades.
- Independencia.
- Capacidad de evitar conflictos de intereses (potenciales o reales) con las partes responsables o usuarios previstos de la información.
- Conducta ética en el proceso de verificación.
- Capacidad de reflejar con veracidad y exactitud las actividades, conclusiones e informes.
- Cumplimiento con los requisitos de normas o programas ambientales a los que suscriba la parte responsable.

Una vez establecidos los criterios de la verificación se debe determinar su alcance. En el procedimiento de referencia son datos mínimos a evaluar:

- Límites de la organización y/o los productos objeto de estudio.
- Línea de base.
- Infraestructura, actividades, tecnologías y procesos asociados.
- Fuentes, sumideros y/o reservorios de gases de efecto invernadero.
- Tipos de gases de efecto invernadero.
- Período de tiempo.

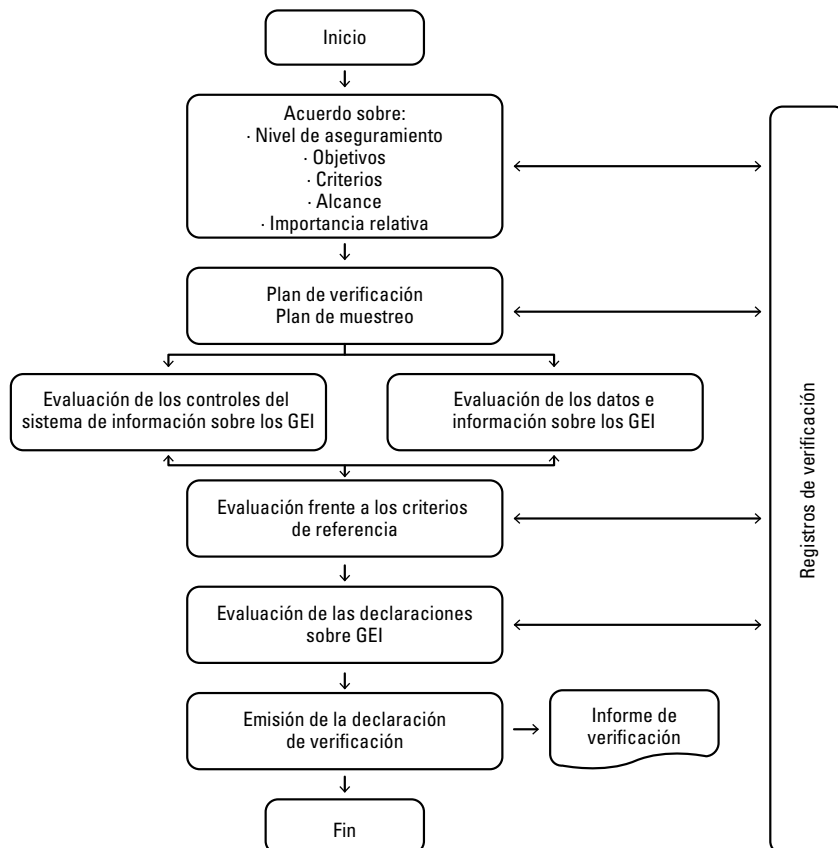
En el documento también se establecen los criterios para determinar:

- La importancia relativa. El verificador establece la importancia relativa requerida por las partes interesadas en base a los objetivos, nivel de aseguramiento, criterios y alcance de la verificación.
- El plan de verificación y sus contenidos mínimos. El verificador es el responsable de comunicar el plan o sus modificaciones a la parte responsable y/o las partes interesadas.
- La planificación del muestreo correspondiente a la verificación y los elementos citados en el punto anterior, considerando la cantidad y tipo de evidencia (cualitativa y cuantitativa), las metodologías para determinar las muestras representativas y los riesgos de errores, omisiones o malinterpretaciones potenciales.
- La evaluación de la información sobre los gases de efecto invernadero y los controles del sistema de información tomando en cuenta:
  - » Selección y gestión de los datos y la información.
  - » Procesos para recopilar, procesar, consolidar e informar los datos.

- » Sistemas y procesos que aseguren la exactitud de los datos y la información.
- » Diseño y mantenimiento del sistema de información.
- » Sistemas y procesos que dan soporte al sistema de información.
- » Resultados de evaluaciones previas si están disponibles y son apropiadas para la verificación.

- Evaluación de los datos e información sobre los gases de efecto invernadero con el fin de desarrollar la evidencia para la evaluación de la declaración sobre éstos. Este examen se basa en el plan de muestreo.
- Evaluación frente a los criterios de verificación. De existir discrepancia material el verificador se remitirá a las normas de referencia o a los programas al que suscriba la parte responsable.
- Evaluación de la declaración. Verificar si es suficiente y sustentable.
- La declaración de verificación emitida por el equipo verificador:

- » Estará dirigida a los usuarios previstos de la declaración.



**Figura 7.** Metodología de verificación del cálculo según la norma ISO 14064-3:2006 (elaboración propia).

- » Describirá el nivel de aseguramiento de la declaración de verificación.
  - » Detallará los objetivos, el alcance y los criterios de validación.
  - » Explicitará si los datos e información que dan soporte a la declaración tienen naturaleza hipotética, proyectada y/o histórica.
  - » Estará acompañada de la declaración sobre los gases de efecto invernadero efectuada por la parte responsable.
  - » Incluirá la conclusión del verificador acerca de la declaración de cualquier limitación.
- Mantenimiento de los registros de verificación para demostrar la conformidad con los requisitos de verificación.
  - Planillas de análisis de datos para las diferentes etapas de los procesos.
  - Informes de emisiones por plantas.
  - Asignación de factores de emisión acorde a la actividad de Conaprole.

Este proyecto está logrando una serie de impactos positivos en la gestión sustentable de Conaprole y ha sido uno de los principales logros del año en lo que a temas de gestión refiere. El impacto de mayor proyección en el tiempo tiene que ver con el fortalecimiento del trabajo en equipo dentro de la organización. Esta modalidad promueve a su vez la integración de los datos e información de los procesos productivos y de apoyo para lograr el uso eficiente de los recursos y la gestión ambientalmente amigable. Si bien aún no es requerido por los clientes de Conaprole, el cálculo y la gestión de la huella de carbono podrían ser exigidos en un futuro próximo. Mediante este proyecto la cooperativa se está anticipando a esas potenciales demandas.

## Herramientas e impactos del proyecto

A continuación se enumeran las herramientas incorporadas en la cooperativa como soporte a la metodología de cálculo y verificación:

- Procedimiento de cálculo y gestión de la huella de carbono.
- Procedimiento de verificación del cálculo de la huella de carbono.
- Flujogramas operativos de los procesos desarrollados.
- Guía de verificación del cálculo y gestión de la huella de carbono.
- Mapa general de procesos de la organización según modelo de IDF.
- Instructivos para la memoria de cálculo en productores.
- Instructivos para la memoria de cálculo en plantas de producción.
- Modelo de informe de reporte de huella de carbono.
- Definición de límites del sistema en estudio.
- Planillas de relevamiento de datos para productores y plantas de producción.

## Desafíos y perspectivas

Las mayores dificultades en relación a la calidad de los datos de actividad y también de los factores de emisión se identificaron en la etapa de producción primaria. Por otra parte, a nivel nacional no se cuenta con el desarrollo de factores de emisión acordes a la realidad local, por los que los empleados para el cálculo son mayormente del Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Para combustibles y energía eléctrica se derivaron factores en base a datos de la refinería de ANCAP y de la matriz energética publicada por UTE.

Si bien la concientización a nivel de estados y organizaciones sobre la necesidad de monitorear sus actividades y mitigar su impacto ambiental es cada vez mayor, los esfuerzos aún no son suficientes. Desde el IPCC (2013) se sigue alertando sobre el cambio climático y el calentamiento global.





→ Gestión de la huella de carbono. Una experiencia en la industria láctea nacional

Resta camino y el acuerdo internacional para modificar las matrices energéticas y orientarlas a la utilización de fuentes renovables. La viabilidad de este proceso de mitigación del impacto ambiental a nivel global está condicionada no solo a la sinergia entre los países, sino también a la voluntad de cooperación entre los gobiernos y los sectores productivos.

En Uruguay desde el Estado se vienen dando señales claras dirigidas a la eficiencia energética tanto a nivel doméstico como industrial. Esto se sustenta en una planificación con foco en el cambio de la matriz energética nacional basada en el uso de recursos renovables con un horizonte a mediano plazo. El perfil de país agroexportador obliga a Uruguay a la toma de conciencia en lo que refiere a la gestión ambiental y a fortalecerla como una oportunidad de consolidación y ampliación de los mercados, previo a que se vuelva una amenaza.

Las empresas locales ya han comenzado a gestionar su impacto ambiental en forma voluntaria o por exigencias de los mercados, pero todavía es necesario generar a nivel local información relevante para la gestión. Datos como los factores de emisión acordes a las características de Uruguay y sus recursos todavía son escasos, un hecho que obliga a tomar referencias de contextos diferentes, poniendo en riesgo la objetividad de los estudios y reportes que se emitan desde las organizaciones nacionales. Si bien ha aumentado la oferta de software que permite el cálculo y la parametrización en base a las condiciones propias de cada país o región, al no disponer de los datos no se puede hacer un aprovechamiento cabal de las prestaciones que brinda este tipo de software. Esto se convierte en un desafío adicional para profundizar en estas sistemáticas y alentar a la cuantificación y gestión de emisiones de gases de efecto invernadero en base a datos confiables, accesibles y vigentes.

---

## REFERENCIAS

ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN (España). UNE-EN ISO 14044: *Gestión ambiental. Análisis del ciclo de vida. Requisitos y directrices*. Madrid: AENOR, 2006.

BECOÑA, Gonzalo; ORDEIG, Luis. Informe de consultoría. Huella de carbono y comercio exterior en Uruguay [En línea]. Montevideo: Uruguay XXI, 2013. [Consulta 14 de noviembre de 2013]. Disponible en: [www.uniondeexportadores.com/Documentos%20generales/downloadables/Informe-Huella-de-Carbono.pdf](http://www.uniondeexportadores.com/Documentos%20generales/downloadables/Informe-Huella-de-Carbono.pdf)

BRITISH STANDARDS INSTITUTION (Inglaterra). PAS 2050: *Specification for the assessment of the life cycle greenhouse gas emissions of goods and services*. Londres: BSI, 2011.

*Bulletin of the International Dairy Federation*. INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION. 2010, (445). Brussels: IDF, [s.d.]. ISSN: 0250-5118.

FLACHOWSKY, G.; KAMPHUES, J. Carbon footprints for food of animal origin: what are the most preferable criteria to measure animal yields? En: *Animals*. 2012, 2:108-126

Francia. Ley de Grenelle 2010-788, del 12 de julio de 2010. *J.O. NOR: DEVX0822225L* del 13 de julio de 2010, pp.12905-12989

HOSPIDO, A.; MOREIRA, M.T.; FEIJOO, G. Simplified life cycle assessment of galician milk production. En: *International Dairy Journal*. 2003, 13:783-796

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (Suiza). ISO 14064-3: *Greenhouse gases - Part 3: Specification with guidance for the validation and verification of greenhouse gas assertions*. Ginebra: ISO, 2006

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (Suiza). ISO/DIS 14067-2: *Huella de Carbono de productos – Requisitos y lineamientos para la cuantificación y comunicación*. Ginebra: ISO, 2006

IPCC. *Climate change 2013: the physical science basis*. Geneva: IPCC, 2013

WORLD BUSINESS COUNCIL FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT (WBCSD); WORLD RESOURCES INSTITUTE'S GREENHOUSE GAS PROTOCOL (WRI). *Greenhouse gas protocol: GHG Corporate Accounting and Reporting Standard*. Washington: WRI, 2012

STEINFEL, H.; GERBER, P.; WASSENAAR, T.; CASTEL, V.; ROSALES, M.; DE HAAN, C. *La larga sombra del ganado, problemas ambientales y opciones*. Roma: FAO, 2009. ISBN 978-92-5-305571-5

### Enlaces recomendados

- The Intergovernmental Panel on Climate Change [www.ipcc.ch](http://www.ipcc.ch)
  - International Dairy Federation [www.fil-idf.org](http://www.fil-idf.org)
  - International Organization for Standardization [www.iso.org](http://www.iso.org)
  - British Standards Institution [www.bsigroup.com](http://www.bsigroup.com)
  - Carbon Trust [www.carbontrust.com](http://www.carbontrust.com)
  - Greenhouse Gas Protocol [www.ghgprotocol.org](http://www.ghgprotocol.org)
  - Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca [www.mgap.gub.uy](http://www.mgap.gub.uy)
- 

### Agradecimientos:

A la Ing. Quim. Stella Cristobal – Departamento de Innovación y Desarrollo en Gestión, LATU.

A todo el personal de Conaprole que participó de la tarea de recolección de datos, sin cuya colaboración este trabajo no hubiera podido llevarse a cabo.

