



MESA REDONDA GLOBAL PARA®
CARNE DE VACUNO SOSTENIBLE

Directriz de la Mesa Redonda Global para Carne de Vacuno Sostenible para la Huella de Carbono



Título Directrices de la Mesa Redonda Global para Carne de Vacuno Sostenible acerca de la Huella de Carbono

Fecha 14-2-2022

Cita recomendada Mesa Redonda Global para Carne de Vacuno Sostenible. (2022). Huella de carbono de la carne de vacuno

Directriz: Global Beef Life Cycle Assessment Guideline. Ubicación: Blonk Consultants Groen van Prinsterersingel 45 2805 TD Gouda, Países Bajos

Directriz de la Mesa Redonda Global para Carne de Vacuno Sostenible para la Huella de Carbono



MESA REDONDA GLOBAL PARA
CARNE DE VACUNO SOSTENIBLE



Blonk

Acrónimos

Lista de acrónimos y abreviaturas utilizados en el documento

AAP	Población animal promedio
BSI	Institución Británica de Normalización
CF	Factor de caracterización
CFC	Clorofluorocarbonos
CFP	Huella de carbono
DE	Energía digerible
DEI	Ingesta de energía digerible
dLUC	Cambio directo del uso de la tierra
DM	Materia seca
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación
FPCM	Leche corregida de grasa y proteína
GE	Energía bruta
GEI	Ingesta bruta de energía
GEI	Gases de efecto invernadero
GRSB	Mesa redonda global para la carne de vacuno sostenible
GWP	Potencial de calentamiento global
IDF	Federación Internacional de Lácteos
IPCC	Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático
ISO	Organización Internacional de Normalización
ACL	Análisis del ciclo de vida
LCI	Inventario del ciclo de vida
LCIA	Evaluación del impacto del ciclo de vida
SALTAR	Evaluación y desempeño ambiental de la ganadería
MMS	Sistema de gestión de estiércol
NDF	Fibra detergente neutra
PCR	Reglas de categoría de producto
HAP	Huella ambiental del producto
RCHAP	Reglas de categoría de huella ambiental del producto
RF	Flujo de referencia

SB	Límite del sistema
WBCSD	Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo
WRI	Instituto de Recursos Mundiales

Glosario

Términos de uso frecuente y su definición

Asignación – Un enfoque para resolver problemas de multifuncionalidad. Se refiere a "dividir los flujos de entrada o salida de un proceso, o un sistema de producto, entre el sistema de producto en estudio y uno o más sistemas de productos" (ISO 14040: 2006).

Tal cual: cuando se refiere a la ración, también conocida como "como alimentado", lo que significa cantidades que deben reportarse frescas, como alimentadas.

Sistema de engorde de carne – Un sistema de engorde de carne es un sistema animal en el que el ganado se compra a cierta edad y / o se cría hasta un peso objetivo final, después de lo cual el animal se vende a una etapa posterior de crecimiento / engorde, o se vende para el sacrificio. Este tipo de sistema también es representativo de la producción de ternera.

Coproducto: cualquiera de dos o más productos resultantes del mismo proceso unitario o sistema de producto (ISO 14040:2006).

Sistema vaca/ternero: Un sistema vaca/ternero es un sistema animal en el que se mantienen vacas nodrizas para la producción de terneros. Parte de los terneros recién nacidos se utilizarán para el reemplazo de vacas (terneros hembras), mientras que el macho y otra parte de terneros hembras se criarán hasta que se definan las edades / pesos objetivos finales. Los terneros generalmente se alimentan con la leche directamente de las vacas nodrizas (hasta el destete) y posteriormente se alimentan con alimentos cultivados en la granja y / o alimentos importados. Una vez que se alcanza el peso objetivo final, el animal se vende a una etapa posterior de crecimiento / engorde, o se vende para el sacrificio.

De la cuna a la Puerta- Una cadena de suministro parcial del producto, desde la extracción de materias primas (cuna) hasta la "puerta" del fabricante. Se omiten las etapas de distribución, almacenamiento, uso y final de la vida útil de la cadena de suministro.

De la Cuna a la Tumba: el ciclo de vida de un producto que incluye las etapas de extracción de materias primas, procesamiento, distribución, almacenamiento, uso y eliminación o reciclaje. Todas las entradas y salidas relevantes se consideran para todas las etapas del ciclo de vida.

Cambio directo del uso de la tierra (dLUC) – El cambio de una categoría de uso de la tierra a otra, que tiene lugar en un área de tierra única y no conduce a un cambio en otro sistema. Tenga en cuenta que, en algunas publicaciones científicas, el cambio de uso de la tierra abarca cambios en las categorías de uso de la tierra, así como cambios en la gestión de la tierra.

Potencial de calentamiento atmosférico (GWP): Índice que mide el forzamiento radiactivo después de la emisión de una unidad de masa de una sustancia dada, acumulada durante un horizonte temporal elegido (por ejemplo, GWP 20, GWP 100, GWP 500, para 20, 100 y 500 años), en relación con el de la sustancia de referencia, dióxido de carbono (CO₂). Por lo tanto, el GWP representa el efecto combinado de los diferentes tiempos que estas sustancias permanecen en la atmósfera y su efectividad para causar forzamiento radiactivo.

Ciclo de vida: Etapas consecutivas e interrelacionadas de un sistema de producto, desde la adquisición o generación de materias primas a partir de recursos naturales hasta la disposición final (ISO 14040: 2006).

Análisis del ciclo de vida (LCA): Compilación y evaluación de las entradas, salidas y los posibles impactos ambientales de un sistema de producto a lo largo de su ciclo de vida (ISO 14040: 2006).

Inventario del ciclo de vida (LCI): Conjunto combinado de intercambios de flujos elementales, de residuos y de productos en un conjunto de datos de LCI.

Datos primarios: Los datos primarios se refieren a datos medidos o recopilados directamente representativos de las actividades en una instalación específica, conjunto de instalaciones, sistema regional o nacional. Es sinónimo de datos específicos de la empresa, el sistema o la región. Los datos primarios son específicos del producto, específicos del suministro (si hay varios sitios para el mismo producto) o específicos del sistema. Los datos primarios se pueden obtener a través de lecturas de medidores, registros de compra, facturas de servicios públicos, monitoreo directo, encuestas u otros métodos para obtener datos de procesos específicos en la cadena de valor.

Datos secundarios: Los datos secundarios se refieren a datos no específicos del sistema en estudio. Los datos que no se recopilan, miden o estiman directamente para la región/sistema en estudio, sino que provienen de una base de datos de LCI de terceros u otras fuentes. Los datos secundarios incluyen datos promedio de la industria, estudios de borrado de luz y otros datos genéricos.

Modelado de emisiones de nivel 1: Enfoque de modelización de emisiones en el que los cálculos utilizan parámetros y factores de emisión por defecto, basados en estudios previos.

Modelado de emisiones de nivel 2: Enfoque de **modelización** de emisiones en el que los parámetros de cálculo son específicos de cada país y los factores de emisión se calculan sobre la base de saldos totales o parciales.

Modelado de emisiones de nivel 3: enfoque de **modelización de** emisiones en el que los cálculos utilizan modelos biofísicos complejos para estimar las excreciones, junto con factores de emisión que se miden o se basan en metodologías específicas de cada país más avanzadas, en comparación con los valores predeterminados.

Tabla de contenidos

Acrónimos	1
Glosario.....	3
Prólogo.....	7
1. Introducción.....	9
1.1 Acerca de GRSB	9
1.2 Acerca de esta directriz	9
1.3 Finalidad de la directriz.....	10
1.4 Esta directriz respalda el LCA atribucional.....	12
1.5 Huella de carbono	12
1.6 Estructura de las directrices y convenciones	12
2. Configuración del estudio	13
2.1 Definición del objetivo y alcance de su estudio	13
2.1.1 Definición de límites del sistema para su estudio.....	13
2.1.2 Establecer el flujo de referencia para su estudio	16
2.1.3 Asignación.....	16
3. Recopilación de datos de inventario	17
3.1 Orientaciones generales sobre la recopilación de datos de actividad	18
3.2 Granja de animales	19
3.2.1 Sistemas de carne de vacuno y vaca/ternero	19
3.2.2 Sistemas lácteos que proporcionan animales jóvenes para el engorde.....	28
3.2.3 Manejo de tierras y de cultivos en granjas de animales.....	28
3.3 Alimentos comprados y otros insumos agrícolas	30
3.3.1 Insumos de energía y materiales	30
3.3.2 Alimentos comprados.....	31
3.3.3 Transporte a la granja.....	32
3.4 Sacrificio.....	32
4. Modelado de emisiones.....	35
4.1 GHG mínimo a modelar.....	35
4.2 Emisiones directas de la granja de animales	35
4.2.1 Emisiones de CH ₄ procedentes de la fermentación entérica	36
4.2.2 Emisiones de CH ₄ procedentes de la gestión del estiércol.....	36
4.2.3 Emisiones directas de N ₂ O procedentes de la gestión del estiércol.....	37
4.2.4 Emisiones indirectas de N ₂ O procedentes de la lixiviación de estiércol	39
4.2.5 Emisiones indirectas de N ₂ O procedentes de la volatilización de NH ₃ y NO _x	40
4.3 Emisiones procedentes del cultivo de cultivos forrajeros.....	41
4.3.1 Emisiones directas de N ₂ O procedentes de suelos gestionados.....	41

4.3.2	Emisiones indirectas de N ₂ O procedentes de suelos gestionados	44
4.3.3	Emisiones de CO ₂ del encalado	45
4.3.4	Emisiones de CO ₂ de la fertilización con urea	45
4.3.5	Emisiones de dióxido de carbono (CO ₂), metano (CH ₄) y óxido nitroso (N ₂ O) procedentes de suelos orgánicos drenados turba).....	45
4.4	Inclusión y tratamiento del cambio directo del uso de la tierra	47
5.	Informes	48
5.1	Resultados	48
5.2	Requisitos de presentación de informes	48
5.3	Requisitos de examen	49
6.	Referencias	50

Prefacio

Uno de los mayores desafíos que enfrenta el mundo hoy en día es el cambio climático. El aumento de la temperatura, la variación de las precipitaciones, y la frecuencia e intensidad de los fenómenos meteorológicos extremos causados por el cambio climático están afectando cada vez más a los sectores agrícolas, socavando la seguridad alimentaria y el logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas. El sector de la carne de vacuno reconoce que un cambio es necesario para proporcionar seguridad climática y alimentaria para todos. Sin embargo, no existe una bala de plata, lo que significa que el uso de un enfoque basado en sistemas es fundamental cuando se habla de agricultura.

Para apoyar el urgente deseo mundial de limitar el aumento de la temperatura global a 1,5 grados para 2030, la Mesa Redonda Global para la Carne de Vacuno Sostenible ha establecido un conjunto de objetivos ambiciosos en torno al clima, el uso de la tierra y el bienestar animal. Los objetivos reflejan esferas prioritarias para el adelanto y la mejora; con la intención de estimular la innovación y la adopción de prácticas que apoyen el papel de las industrias de la carne de vacuno como parte de la solución climática. Es fundamental que cualquier cambio realizado a nivel de granja sea económicamente viable con una solución beneficiosa tanto para los impactos climáticos que mejoran la resiliencia ambiental, la viabilidad empresarial y la capacidad de las cadenas de suministro para continuar suministrando alimentos nutritivos.

Tanto las organizaciones agrícolas como los procesadores de alimentos dentro de la industria internacional de carne de res han reconocido la necesidad de calcular las emisiones de gases de efecto invernadero (GHG) para la carne de res. Cada vez más a menudo se utiliza una huella de carbono para monitorear el rendimiento y otras mejoras. Desde mesas redondas nacionales que realizan evaluaciones nacionales, hasta corporaciones multinacionales (minoristas, empaques y procesadores) que evalúan las emisiones de alcance tres, e investigadores que evalúan las opciones de mitigación.

Resumir los aprendizajes de estos muchos estudios es difícil debido a las diferencias en los límites del sistema, la metodología de asignación y los factores de emisión. También puede ser difícil identificar dónde se pueden lograr reducciones significativas en las emisiones de GHG cuando las diferencias en los resultados pueden depender más de las variaciones metodológicas que de las diferencias reales en el sistema de producción o la gestión.

Se ha hecho evidente que la amplia gama de números reportados es el resultado de diferentes metodologías y datos, lo que lleva a inconsistencias. Esto plantea un peligro de confusión y contradicción, lo que a su vez podría crear una falsa impresión de que la industria no está participando activamente en el tema del cambio climático. Crear mensajes coherentes y claros es importante para el manejo de la reputación mundial de la industria de la carne de vacuno, para enfatizar el alto nivel de compromiso que ya está teniendo lugar en relación con el cambio climático, e identificar prácticas que reduzcan aún más las emisiones de gases de efecto invernadero. Por esta razón, la guía GRSSB se desarrolló para permitir la alineación de todo el sector en el cálculo de la huella de carbono en el ciclo de vida del ganado de carne.

Esta guía:

- Identifica un enfoque, basado en el mejor conocimiento actual, para abordar los desafíos comunes de LCA al calcular las huellas de carbono de la producción de carne de ganado hasta la puerta de la granja o el primer procesamiento.
- Aborda las áreas clave en las que actualmente existe ambigüedad o diferentes puntos de vista sobre el enfoque
- Recomendamos un enfoque práctico pero científico que pueda ser aplicado por una serie de partes interesadas que realizan estudios a varios niveles (por ejemplo, nacional, cadena de suministro y nivel de granja)
- Adopta un enfoque que se puede aplicar en cualquier sistema de producción de ganado de carne en todo el mundo.

El objetivo de esta guía es apoyar a la industria de la carne de vacuno en la mitigación del cambio climático. El uso de esta metodología permite:

- Notificación de las emisiones de GHG de las etapas de cultivo y procesamiento de la cadena de valor de la carne de vacuno
- Monitoreo de la generación de emisiones a lo largo del tiempo para demostrar el progreso
- Identificación de puntos críticos para centrar las acciones de mitigación
- Determinación del impacto de las diferentes opciones de mitigación

Mediante el desarrollo de una metodología armonizada internacionalmente para calcular la huella de carbono de la carne de vacuno, el GRSB tiene como objetivo:

- Apoyar la producción de cifras de huella de carbono consistentes y comparables a nivel internacional
- Permitir la evaluación del ganado vacuno y los productos de carne de vacuno de manera consistente

Esto, a su vez, apoyará la evolución de empresas eficientes y sostenibles que están en un camino hacia la neutralidad climática, reduciendo continuamente sus emisiones de GEI.

Beca Brenna
Presidente del Comité de Ciencia del Clima de GRSB
Enero de 2022

1. Introducción

1.1 Acerca de GR SB

La Mesa Redonda Mundial para la Carne de Vacuno Sostenible (GRSB) es una iniciativa de múltiples partes interesadas con representación en toda la cadena de valor en las regiones de producción y consumo de carne de vacuno. A través del proceso de participación amplia y varias revisiones internas y externas, los Principios y Criterios se desarrollaron como un medio para definir la carne de vacuno sostenible. Desde 2010, el GRSB se ha propuesto reunir a las personas para impulsar una industria de carne de res más sostenible, proporcionando un foro que se inspira y apoya mutuamente para hacer realidad el deseo compartido de mejorar continuamente, y ser audaces al compartir estas mejoras con nuestros consumidores y partes interesadas.

Visión:

Imaginamos un mundo en el que la carne de vacuno sea una parte confiable de un sistema alimentario próspero en el que la cadena de valor de la carne de res sea ambientalmente racional, socialmente responsable y económicamente viable.

Misión:

La misión de GRSB es avanzar, apoyar y comunicar la mejora continua en la sostenibilidad de la cadena de valor global de la carne de res a través del liderazgo, la ciencia, el compromiso y la colaboración de las múltiples partes interesadas.

En junio de 2021, el GRSB lanzó sus objetivos globales de sostenibilidad para 2030. Estos son compromisos para avanzar y mejorar la sostenibilidad de la cadena de valor mundial de la carne de vacuno. Los objetivos serán dirigidos e implementados por los miembros de GRSB. Con el fin de apoyar la urgente ambición global de limitar el aumento de la temperatura global a 1,5 grados para 2030, los miembros de GRSB implementarán e incentivarán la producción, el procesamiento y el comercio de carne de res climáticamente inteligente, al tiempo que salvaguardan y aprovechan las reservas de carbono en el suelo y los paisajes. La reducción de los gases de efecto invernadero atmosféricos requiere tanto la reducción de emisiones como el secuestro o captura de carbono, lo que convierte a la agricultura en un actor clave en el secuestro positivo de carbono en los suelos.

Objetivo climático:

- GRSB tiene como objetivo reducir globalmente en un 30% el impacto neto del calentamiento global de cada unidad de carne de res para 2030, en un camino hacia la neutralidad climática.
- Ser capaz de informar el progreso medido para 2025.

El cambio climático derivado de la actividad antropogénica ha sido identificado como uno de los mayores desafíos que enfrenta el mundo y continuará afectando a las empresas y los ciudadanos en las próximas décadas. Las iniciativas de mitigación se basan en la cuantificación, el seguimiento, la notificación y la verificación de las emisiones y/o absorciones de gases de efecto invernadero (GHG)

El primer paso, para poder informar el progreso medido para 2025, fue desarrollar una metodología estandarizada que aborde las inconsistencias en el cálculo de las evaluaciones del ciclo de vida de la carne (LCA) en el futuro. Estos se describen en esta guía. La directriz describe el método para estimar las emisiones de cada gas de efecto invernadero desde la producción primaria de carne de vacuno hasta el matadero (es decir, dióxido de carbono, óxido nitroso y metano); que luego se puede calcular de diferentes maneras (por ejemplo, GWP100, GWP*, Huella RF, etc.) dependiendo del objetivo establecido.

El segundo paso es utilizar las mejores métricas disponibles que reconozcan los gases de corta duración y el secuestro, apoyando el desarrollo y la implementación de marcos de contabilidad y presentación de informes. Este segundo paso estaba fuera del alcance de este proyecto y se abordará por separado. Debe reconocerse que diferentes objetivos requerirán diferentes métricas para el monitoreo.

1.2 Acerca de esta directriz

La Directriz de la Mesa Redonda Global de la Carne de Vacuno Sostenible acerca de la Huella de Carbono (en abreviatura de la guía GRSB) fue encargada por GRSB y aprobada el 14 de febrero de 2022. Esta directriz es válida hasta que se publique una nueva versión. Esta guía GRSB revisará y actualizará este documento cada 5 años.

Se reconoce a las siguientes organizaciones e individuos que participan en el desarrollo de esta guía en el Comité Científico de GHG de GRSB:

Brenna Grant, Servicios de Investigación
Canfax (presidenta)
Anna Baron, OSI
Bernardo Rudorff, Agrosatélite
Claire Lafave, Nativo
Dajana Vasilic, OSI Europa
Diana Selbie, AgResearch
Eduardo Assad, EMBRAPA
Eva Gocsik, Rabobank
Frank Mitloehner, Centro Clear de UC Davis
Tom Schultz, Neogen

Hayden Montgomery, Alianza Global de Investigación
Jamie Courter, Neogen
Jamie Parham, Dr., Neogen
Jean-Baptiste Dollé, Instituto Francés de Ganadería (IDELE)
Joe Proudman, Clear Center/UC Davis
Josselin Andurand, Instituto Francés de Ganadería (IDELE)
Justin Ransom, Tyson
Kim Stackhouse-Lawson, Colorado State University
Pablo Canadá, CREA Argentina
Sara Place, Elanco

Este documento de orientación fue desarrollado y preparado por Paulina Gual, Nicolò Braconi, Daniele Castellana y Hans Blenk de Blonk Consultants.

Esta guía describe un enfoque común basado en estándares internacionales y los mejores conocimientos actuales para abordar los desafíos metodológicos para el LCA de la producción de ganado de carne. La orientación proporcionada en este documento sigue los estándares internacionales de evaluación del ciclo de vida. Las normas y orientaciones internacionales a las que se hace referencia y se aplican en este documento incluyen:

- ISO 14040, 14044 y 14067 (ISO, 2006a, 2006b, 2013)
- Especificación disponible públicamente PAS 2050:2011 y PAS 2050-1: 2012 (BSI, 2011, 2012)
- Protocolo de gases de efecto invernadero – Estándar de informes del ciclo de vida del producto (WBCSD & WRI, 2011)
- Perfeccionamiento de las Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero de 2019 (IPCC, 2019a)
- FID – Un enfoque común de huella de carbono para el sector lácteo: Boletín 479/2015 (Federación Internacional de Productos Lácteos, 2015)
- Guía de reglas de categoría de huella ambiental del producto (PEFCR) (Zampori & Pant, 2019)
- Directrices FAO LEAP - *Desempeño ambiental de las cadenas de suministro de grandes rumiantes* (FAO LEAP, 2016)
- Directrices FAO LEAP - *Desempeño ambiental de las cadenas de suministro de alimentos para animales* (FAO LEAP, 2015)
- PEFCR Piensos para animales productores de alimentos (Comisión Europea, 2020)

En la preparación de este documento, se ha asumido que la ejecución de sus disposiciones será llevada a cabo por profesionales con un nivel básico de comprensión de LCA.

1.3 Finalidad de la directriz

GRSB encargó el desarrollo de este documento para proporcionar orientación relevante y concreta sobre el cálculo de las emisiones de gases de efecto invernadero de la producción de ganado de carne con una perspectiva de ciclo de vida.

Esta directriz se centra en un único impacto ambiental, las emisiones de GHG y su contribución al cambio climático de la producción de ganado vacuno.¹

El propósito de esta guía es proporcionar reglas para garantizar la **alineación y consistencia** entre los estudios realizados para la cuantificación de GHG de las cadenas de suministro de ganado de carne. Este documento aborda una sola categoría de impacto, el cambio climático y la contribución del ciclo de vida de la producción de ganado de carne a este impacto en una perspectiva de la cuna a la puerta.

¹ los sistemas mixtos en los que la leche y los animales de peso vivo abandonan los sistemas **no** están dentro del alcance de esta guía. No está claro si estos sistemas están dentro del alcance de la directriz de la IDF lechera (ver sección 1.2).

Los resultados calculados por esta directriz no pueden comunicarse como una huella ambiental. Una huella ambiental completa implica informar el rendimiento sobre múltiples categorías de impacto ambiental adicionales al cambio climático (por ejemplo, consumo de agua, acidificación, eutrofización).

¿A quién va dirigido?

Esta directriz está desarrollada para su uso en todos los países por una amplia gama de partes interesadas en el sector de producción y procesamiento de ganado de carne. Desde productores ganaderos, socios de la cadena de suministro hasta defensores de la industria y responsables políticos interesados en contabilizar el impacto del cambio climático relacionado con el ganado de carne. En esta directriz se proporcionan recomendaciones prácticas aplicables a la mayoría de los sistemas comerciales de producción de ganado vacuno.

Se pueden distinguir tres tipos principales de usuarios:

- A. Mesas redondas nacionales para realizar evaluaciones en cada país; Esta guía permitirá que todos los países realicen cálculos siguiendo las mismas reglas, por lo que, a nivel global, los cálculos de la huella de carbono se pueden publicar de una manera que toda la industria pueda acordar y entender.
- B. Corporaciones multinacionales (por ejemplo, minoristas o empacadores) haciendo cálculos de emisiones de alcance 3.
- C. Los investigadores (secundarios), al realizar cualquier tipo de investigación que involucre la huella de carbono del ganado vacuno pueden alinearse a una metodología específica.

Los sistemas de ganado de carne en el alcance son; sistemas de vacas/terneros que producen terneros de engorde para su posterior alimentación/pastoreo, y sistemas de engorde que consideran el fondo y el acabado hasta que se alcanza el peso deseado para el sacrificio.

En algunos casos, el ganado de un sistema lechero puede integrarse en un sistema de engorde de carne o directamente para el sacrificio. En este caso, la guía no profundiza en el modelado de la granja lechera, sino que toma la guía de huella de carbono de la IDF (Federación Internacional de Lácteos, 2015) como el enfoque metodológico principal.

¿Qué hace?

La metodología está desarrollada para:

- Cuantificar las emisiones de GHG desde la cuna hasta la puerta de salida de la granja, o desde la cuna hasta la puerta de salida del sacrificio.
- Identificar los principales impulsores de las emisiones de GHG en el ciclo de vida del ganado vacuno.
- Permitir comparaciones dentro del contexto del mismo estudio.
- Permitir el monitoreo de las emisiones de GHG a través del tiempo de un sistema de producción (seguimiento del rendimiento).

¿Qué NO hace?

No es posible comparar los resultados cuantitativos de estudios separados realizados con esta guía, ya que esta permite cierta flexibilidad en aspectos que pueden conducir a variaciones en los resultados absolutos. No obstante, seguir esta directriz permite la consistencia y reproducibilidad de los cálculos de GHG (por transparencia de las reglas), lo que garantiza una comparabilidad intrínseca de todos los estudios realizados de conformidad con esta guía.

Esta directriz no proporciona una forma de calcular las emisiones netas después de tener en cuenta el secuestro de carbono en el suelo.

Esta guía no proporciona instrucciones para realizar cálculos de huella de carbono a nivel de empresa / organización, solo a nivel de producto.

Para obtener más detalles sobre el cálculo del secuestro de carbono, consulte la "Medición y modelización de las reservas de carbono del suelo y los cambios en las existencias en los sistemas de producción ganadera: Directrices para la evaluación (Versión 1)" de la asociación de evaluación y desempeño ambiental de la ganadería (LEAP) y para obtener detalles sobre el cálculo de las emisiones netas, consulte "C-Sequ: directrices de LCA para calcular el secuestro de carbono en los sistemas de producción de ganado" dirigido por la Plataforma Mundial de Productos Lácteos.

1.4 Esta guía admite LCA atribucional

Un LCA atribucional es un enfoque de modelado de sistemas en el que todas las entradas, salidas e impacto derivado de un sistema se atribuyen a la entrega de un producto y función específicos basados en una regla normativa definida. Esto proporciona información sobre las cargas asociadas a un producto y su ciclo de vida. Los impactos calculados están fuertemente conectados con las opciones sobre cómo manejar los coproductos y los límites del sistema.

En contraste, el LCA consecuente estima los cambios relacionados en las entradas y salidas de un sistema, y su impacto relacionado, derivado de estos cambios en el sistema evaluado. Para evaluar los cambios, los límites del sistema y las reglas de asignación deben redefinirse según el tipo de cambio.

La **guía GRSB** permite la cuantificación de las emisiones de GHG de las producciones de ganado de carne utilizando un **enfoque de LCA atribucional**.

1.5 Huella de carbono

Los GHG pueden ser emitidos y eliminados a lo largo del ciclo de vida de un producto. Estas emisiones de GHG tienen un efecto en el aumento de las temperaturas globales reflejado en un impacto en el cambio climático. La cuantificación de estas emisiones y absorciones de GHG en un sistema de productos expresadas como equivalentes de CO₂ constituye la huella de carbono (CFP) de un producto. Esta directriz se centra en la CFP a nivel de producto. Sólo se registrarán las entradas y salidas específicamente pertinentes para el producto en estudio.

El potencial de calentamiento atmosférico (GWP) es un índice que mide el forzamiento radiactivo después de una emisión de una unidad de masa de una sustancia dada, acumulada en un horizonte temporal elegido (por ejemplo, GWP 20, GWP 100, GWP 500, durante 20, 100 y 500 años), en relación con el de la sustancia de referencia, dióxido de carbono (CO₂). Cuando las emisiones o absorciones se multiplican por su GWP respectivo, se convierten en equivalentes de CO₂. En sus cálculos, los profesionales **utilizarán** los valores de GWP del Sexto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), publicado en 2021, o los valores más recientes disponibles (con retroalimentaciones de carbono, según el IPCC).

Esta guía utiliza un factor GWP de 100 años para los datos de emisiones y absorciones de GHG para calcular los resultados en unidades de equivalentes de CO₂. Esta es una métrica apropiada para evaluar los objetivos de reducción de la intensidad de las emisiones (consulte la hoja informativa de métricas de GRSB para obtener más información sobre cómo elegir una métrica apropiada para el objetivo de uno).

Para ajustarse a la presente directriz, todas las emisiones y absorciones de GHG **se calcularán** como si se hubieran liberado o eliminado al comienzo de la evaluación. Los créditos asociados con el almacenamiento temporal y permanente de carbono y/o las emisiones diferidas no se tendrán en cuenta en el cálculo de las emisiones de GHG. No hay descuento de emisiones a lo largo del tiempo (ISO, 2018).

Se **puede** utilizar un enfoque de modelado simplificado de las emisiones de carbono biogénico, donde solo se modela el metano biogénico y no se modelan más emisiones y absorciones biogénicas de la atmósfera (Zampori & Pant, 2019).

Las emisiones y absorciones derivadas del cambio directo del uso de la tierra (dLUC) **se evaluarán** para determinar cualquier aportación y actividad directa a la producción de carne de

vacuno.

El secuestro de carbono en el suelo está excluido de la huella de carbono en esta directriz (véase la Sección 1.3). La compensación de carbono y su comunicación como parte de la huella de carbono no está dentro del alcance de este documento.

1.6 Estructura de las directrices y convenciones

Este documento se divide en cinco capítulos diferentes que proporcionan a los profesionales de LCA orientación para realizar un análisis de CFP y un informe de la producción de ganado de carne.

[Capítulo 1.](#) Proporciona una introducción al propósito y la aplicación de la directriz

[Capítulo 2.](#) Brinda orientación al profesional sobre cómo configurar su estudio

[Capítulo 3](#) Describe los datos que deben recogerse para compilar el inventario del ciclo de vida y las emisiones del modelo para calcular la CFP de la producción de ganado vacuno. El inventario se describe primero para el proceso de primer plano que es la [granja de animales](#); luego [piensos y otros insumos agrícolas](#); último [sacrificio](#).

[Capítulo 4](#) Profundiza en el cálculo de las emisiones directas procedentes de las actividades de explotación animal.

[Capítulo 5](#) Brinda a los profesionales información sobre las mejores prácticas para informar los resultados de su estudio de pies de carbono.

De conformidad con esta directriz:

- El término «**deberá**» se utiliza para indicar lo que se requiere para que un estudio se ajuste a la directriz GRSB
- El término "**debería**" se utiliza para indicar una recomendación en lugar de un requisito. Cualquier desviación de un requisito de «**debería**» debe ser transparente y estar justificada en el estudio.
- El término «**podrá**» se utiliza para indicar una opción admisible. Si se elige otra opción disponible, los estudios que cumplen con GRSB deben incluir una argumentación adecuada para justificar la opción elegida.

2. Configuración del estudio

2.1 Definición del objetivo y el alcance de su estudio

Esta cuantificación **puede** apoyar una serie de objetivos que serán definidos por el profesional. Al identificar el objetivo del estudio, el profesional **deberá** identificar inequívocamente lo siguiente:

- Aplicación prevista
- Razones para realizar el estudio
- Público objetivo
- Comunicación prevista

El alcance del estudio **se** establecerá teniendo en cuenta el objetivo de la CFP. Como parte del alcance del estudio, el profesional **declarará**:

- Sistemas en estudio
- Alcance del tiempo
- Límite del sistema, incluidos el ámbito geográfico y los cortes
- Flujo de referencia
- Supuestos y limitaciones
- Procedimientos de asignación utilizados

A continuación, se proporciona orientación sobre cómo definir los aspectos más relevantes del alcance de un estudio en virtud de esta directriz.

2.1.1 Definición de límites del sistema para su estudio

El límite del sistema del estudio es la base para determinar qué procesos unitarios se incluyen dentro del estudio.

Los cálculos bajo esta guía consideran una perspectiva de la cuna a la puerta. La huella de carbono se calcula para todos los procesos relacionados con la producción de ganado de carne desde la extracción de recursos (cuna) hasta la granja (opción 1) o el primer procesamiento (opción 2).

Dependiendo de la opción elegida por el practicante, los límites del sistema incluyen todos los insumos y emisiones relacionadas necesarias para criar y engordar la carne de res hasta el punto en que esté lista para salir de la granja, su entrega al sacrificio y todas las actividades relacionadas con el primer procesamiento.

Los procesos dentro de los límites del sistema incluirán:

Producción ascendente (fuera del sistema de explotación animal):

- Producción de fertilizantes sintéticos
- Producción de fertilizante orgánico
- Producción de productos fitosanitarios
- Producción de materias primas para piensos (de origen vegetal y animal)
- Producción de aditivos para piensos
- Producción de animales de sustitución
- Transporte de mercancías a la finca

Cría animal (primer plano):

- Emisiones directas de GHG de la granja del cultivo de piensos en la granja
- Emisión directa de GHG de los animales, el alojamiento y el estiércol de la granja
- Si son pertinentes las emisiones del suelo para la oxidación de la turba
- Si es pertinente, expansión de pastos y tierras de cultivo a expensas de las tierras forestales
- Datos de actividad para definir la producción ascendente para la gestión de piensos, animales y estiércol
- Datos de actividad para definir el tratamiento de residuos (principalmente debido a la mortalidad de animales de granja)
-

Sacrificio (aguas abajo):

- Transporte de animales al matadero
- Datos de actividad para definir las emisiones de GHG por la quema de combustible) e insumos de producción aguas arriba
- Datos de actividad para definir el procesamiento de residuos (no el procesamiento o el reprocesamiento)

La figura 2-1 muestra los límites del sistema para los estudios realizados utilizando esta guía. Opción 1 establecer límite en la granja de servidores u opción 2 establecer límite en el primer procesamiento.

Los datos de todos los procesos dentro del límite del sistema se recopilarán para el promedio de una actividad del año civil. Se asume una "población de equilibrio" en estado estacionario en la granja de animales, el practicante **incluirá** todas las clases de animales y edades en promedio presentes en un período de un año calendario.

Los bienes de capital y las actividades auxiliares (como los servicios veterinarios o la gestión de oficinas) están excluidos de los límites del sistema de los estudios realizados con arreglo a esta directriz.

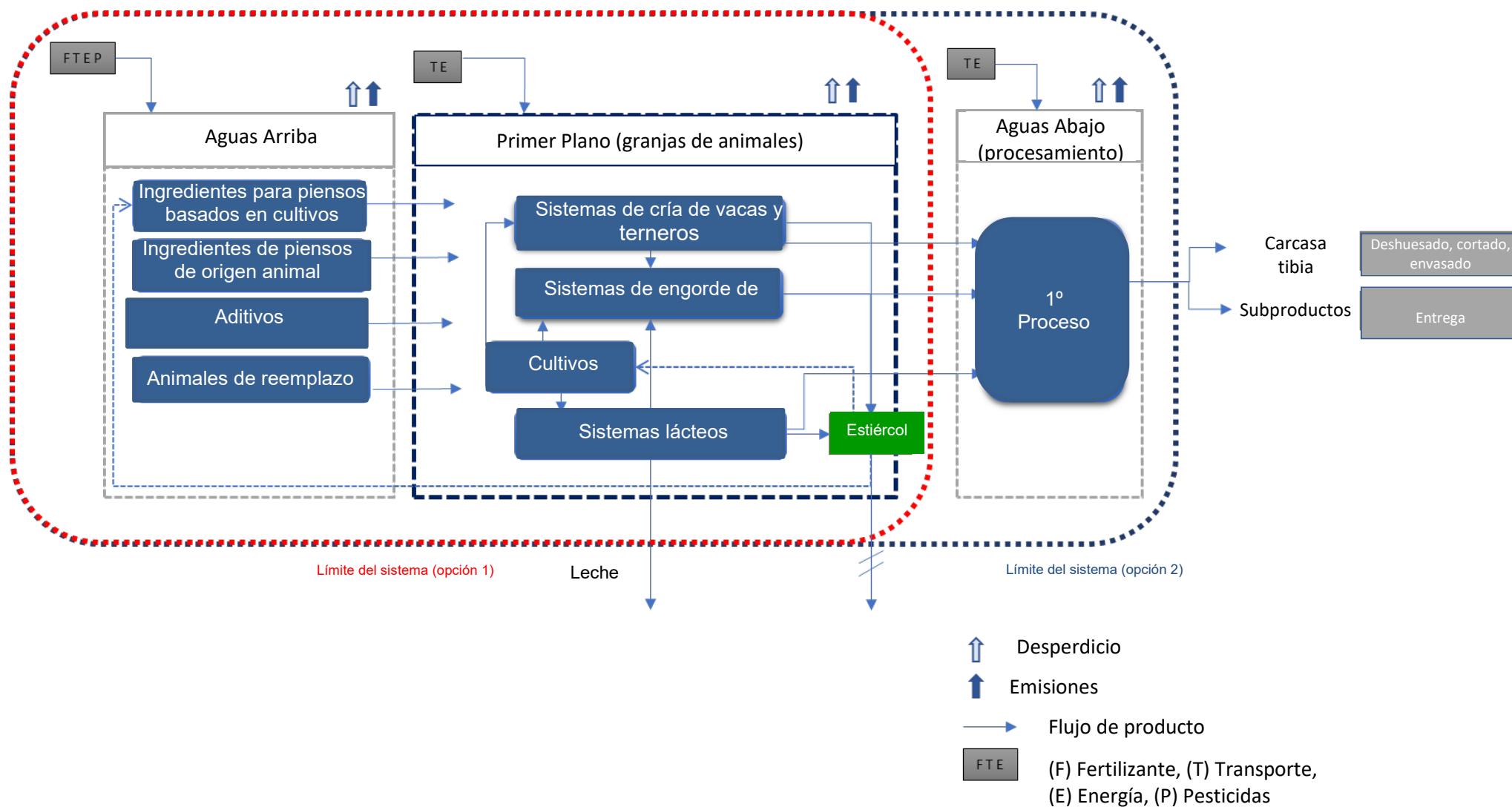


Figura 2-1 Diagrama de límites del sistema para el ciclo de vida del ganado vacuno de carne desde la cuna hasta la puerta. Dos opciones representadas para el sistema modelado a puerta de granja o 1er procesamiento.

2.1.2 Establecimiento del flujo de referencia para su estudio

El estudio de la CFP se estructura en torno a un flujo de referencia (RF). Todos los resultados se calculan en relación con este flujo de referencia. El RF es una medida cuantitativa de la función del sistema, en alineación con el objetivo y el alcance definidos.

Los profesionales que realizan estudios de conformidad con esta guía **pueden** seleccionar entre dos RF, dependiendo del objetivo y el alcance de su estudio:

- Opción 1: El profesional **puede** optar por definir el flujo de referencia como 1 kilogramo de peso vivo que sale de la granja.
- Opción 2: El profesional **puede** optar por definir el flujo de referencia como 1 kilogramo de peso de carcasa tibia después del primer procesamiento.

El profesional **debe acoplar** el RF al límite del sistema definido para el estudio. Si el estudio se realiza en la puerta de la explotación, el profesional **definirá** el RF según la opción 1. Cuando el límite del sistema de estudio incluya el transporte y las actividades de primer procesamiento, el RF **será** la opción 2.

Para garantizar la coherencia entre los estudios, al implementar esta guía, el profesional **definirá** e informará los resultados utilizando al menos la opción 1 o la opción 2 como RF.

2.1.3 Asignación

En los procesos multifuncionales, el impacto de los insumos y las emisiones **se** compartirá entre los múltiples resultados del proceso multifuncional. Esto se conoce como asignación.

En principio, el profesional **deberá** seguir las directrices ISO 14044 (ISO, 2006b) sobre buenas prácticas al manejar la multifuncionalidad, donde la asignación **debe** evitarse tratando de asignar entradas y emisiones que estén asociadas solo a la salida de interés.

Si no se puede evitar la asignación, el profesional requerirá un método para hacer una asignación adecuada de entradas y emisiones a la salida para la cual los métodos predeterminados están predefinidos, que siempre deben informarse.

Los profesionales **utilizarán** el método enumerado en el cuadro 1 por defecto.

Los profesionales **pueden** optar por realizar otros métodos de asignación además del incumplimiento e informar estos resultados por separado como parte de una evaluación de sensibilidad. Si se aplica una asignación alternativa, el razonamiento, los datos utilizados y las hipótesis formuladas para la asignación alternativa se documentarán y comunicarán en la CFP.

Los profesionales **documentarán** todas las variables y supuestos utilizados para el método de asignación realizado. Los datos necesarios y la aplicación adecuada de la asignación se explican con más detalle en la subsección correspondiente de la sección 3 del inventario .

Cuadro 1 Resumen de los métodos de asignación por defecto que se aplicarán con arreglo a la presente directriz GRSB.

Proceso	Método de asignación predeterminado	Explicación	Base
Transporte (entrante y saliente)	Asignación física	La asignación de las emisiones del transporte a los productos transportados se hará sobre la proporción en masa del total transportado en masa. El factor de carga tendrá en cuenta la distancia de transporte en vacío, la carga máxima (masa para el volumen limitado).	Asignación predeterminada basada en la práctica común para el transporte en LCA y alineada con (Zampori & Pant, 2019).
Asignación de cultivo-	Asignación económica	Insumos y salidas para la producción de cultivos se asignarán a todos los productos vegetales	Método de asignación alineado con los enfoques por defecto presentados en (FAO LEAP,

co-productos en la granja		basado en la asignación económica. Ver sección 3.3.2.	2015) y (Comisión Europea, 2020)
Procesamiento de ingredientes para piensos	Asignación económica	Primero, separe las actividades específicas de los productos individuales siempre que sea posible. Luego use la asignación económica. Ver sección 3.3.2.	Método de asignación alineado con los enfoques por defecto presentados en (FAO LEAP, 2015) y (Comisión Europea, 2020)
Operaciones de la fábrica de piensos	Asignación masiva	Primero, separe las actividades específicas de las líneas de productos individuales. Luego realice la asignación basada en la masa. Ver sección 3.3.2.	Método de asignación alineado con los enfoques por defecto presentados en (Comisión Europea, 2020)
Salidas de animales vivos de granjas de animales	Asignación masiva	Primero separe las actividades que son específicas de un tipo de animal. Luego asigne todas las entradas y emisiones que no puedan atribuirse a un solo animal en función de su masa que sale de la granja de animales. Ver sección 3.2.1.6.	La asignación masiva se eligió como predeterminada. Este método tendrá en cuenta el aumento de peso vivo de todo el sistema, por lo tanto, toda la masa producida en la granja se considera igual en este enfoque. La asignación económica puede utilizarse si el profesional es capaz de distinguir diferentes precios para los distintos tipos de animales que abandonan el sistema. Si el profesional se desvía, esto se comunicará claramente.
Salidas de animales vivos que salen de un sistema con leche como coproducto	Asignación biofísica	En primer lugar, separar las actividades específicas de los productos (por ejemplo, electricidad para el ordeño). Luego use la asignación biofísica de acuerdo con los requisitos de energía para las funciones fisiológicas animales de crecimiento, producción de leche, reproducción, actividad y mantenimiento. Ver sección 3.2.1.6.	Método de asignación alineado con los enfoques predeterminados presentados en (Federación Internacional de Productos Lácteos, 2015)
Estiércol en la granja de animales	Enfoque residual	En esta guía, el estiércol se aborda como un residuo. Ver sección 3.2.1.6.	La guía GRSB considera el enfoque residual para la asignación, donde el sistema está cortado y no se lleva ninguna carga a aguas abajo del estiércol. Se consideró que el enfoque residual era más práctico de implementar en cualquier sistema de ganado de carne, en comparación con las opciones de asignación menos desarrolladas. (asignación biofísica, precio asignación de sombras).
Sacrificio	Asignación económica	La asignación a canales y subproductos calientes se realizará sobre la base de los ingresos de todos los productos sobre la base de los precios después de la primera transformación. Ver sección 3.4	El modelo por defecto elegido como se cree que atribuye mejor el impacto ambiental de los subproductos del sacrificio en función de aquellos que "impulsan" la actividad económica del matadero, en lugar de considerar todos los subproductos como el mismo (por masa).

3. Recopilación de datos de inventario

Cada subsección describe los datos que deben recopilarse para modelar el inventario del ciclo de vida (LCI) y los datos o parámetros adicionales necesarios para llevar a cabo la asignación y modelar las emisiones, tal como se describe en las secciones 4.2, 4.3 y 4.4.

El profesional **deberá** documentar adecuadamente las fuentes y suposiciones hechas en la compilación de los datos requeridos en cada sección.

3.1 Orientaciones generales sobre la recopilación de datos de actividad

Dependiendo del objetivo definido del estudio, los datos pueden recopilarse para uno o varios lugares de producción (evaluación de la granja o la cadena de suministro) o a nivel regional / nacional.

En principio, no hay diferencias en el modelado de una granja, una cadena de suministro específica o una nación o región entera. La principal diferencia radica en las fuentes de datos disponibles para cada uno y el esfuerzo requerido para la interpretación de los datos disponibles.

En el caso de una evaluación específica de la explotación o de la cadena de suministro, la mayoría de los datos adquiridos **se basarán** en datos primarios. Para algunos parámetros específicos, el profesional **puede** utilizar datos secundarios que sean científica y técnicamente válidos y apropiados para el sistema en estudio (para cuyo parámetro exacto se aplica, se indicará claramente en las siguientes secciones de este capítulo). Los ciclos de vida ascendentes pueden basarse en datos secundarios (bases de datos de antecedentes) o pueden modelarse con datos primarios.

En una granja o cadena de suministro, los datos primarios de evaluación específicos son informes de granja y procesamiento, sistemas de gestión de datos de la operación y medición de equipos instalados e información directa sobre prácticas de gestión.

En el caso de una evaluación regional/nacional, los datos adquiridos **deben** basarse en datos primarios (por ejemplo, encuesta nacional realizada para la evaluación específica). Si estos no están disponibles, el profesional **puede** basar la información en datos secundarios, por ejemplo:

- Oficinas Nacionales de Estadística
- Agencias estadísticas subnacionales o regionales (por ejemplo, ministerios provinciales o gobiernos municipales que **puede** tener un mandato para recopilar datos relevantes)
- Información de expertos, como la de:
 - (i) expertos sectoriales, expertos institucionales, organizaciones interesadas (por ejemplo, organizaciones industriales y comerciales, industrias a gran escala como productores de energía y plantas petroquímicas);
 - (ii) otros expertos internacionales, como expertos del sector de inventarios de emisiones de otros países con circunstancias nacionales similares.
- Informes de inventarios nacionales de las Partes que figuran en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
- Otras fuentes que se consideren apropiadas y técnicamente válidas siempre y cuando estén debidamente documentadas y validadas por el profesional.
- Bases de datos en segundo plano

En el caso de explotaciones agrícolas o cadenas de suministro, cuando se utilicen datos primarios específicos del emplazamiento, el proceso de recogida de datos y las hipótesis **se documentarán** de forma transparente en el informe del estudio de la CFP. Si se utiliza un enfoque nacional, las fuentes de datos **se documentarán** adecuadamente en el informe del estudio de la CFP.

En todos los casos, el profesional **deberá** realizar la debida diligencia para verificar que los datos recopilados estén completos y sean correctos. La verificación **puede** llevarse a cabo de varias maneras, incluyendo: comprobaciones in situ, recálculo, revisión del balance de masa o comprobaciones cruzadas con otras fuentes.

6.El Apéndice I ofrece orientación específica para los profesionales que realizan un estudio a nivel nacional.

3.2 Granja de animales

Todos los parámetros indicados a continuación **se recopilarán** y **deberán** basarse, si es posible, en una media de 3 años de los datos anuales de actividad del sistema en su ámbito de aplicación.

3.2.1 Sistemas de carne de vacuno y vaca/ternero

3.2.1.1 Población animal y productividad

Dado que el crecimiento del animal puede compartirse a través de diferentes productores, es importante definir los tipos de animales relevantes para el sistema de producción específico. Ejemplos de tipos de animales comúnmente aplicados para modelar una operación de crecimiento/acabado incluyen, entre otros:

- Terneros machos <1 año
- Terneros machos 1-2 años
- Carne > 2 años

Si es más apropiado para el sistema específico en estudio, el profesional **considerará** tipos de animales diferentes o adicionales, siempre que se dé una explicación clara de la definición del tipo de animal. El profesional **deberá** representar a todos los tipos de animales presentes en el sistema objeto de estudio.

Por ejemplo, en el caso de una operación de vaca/ternero, los tipos de animales adicionales que pueden considerarse son:

- Vacas nodrizas (hembras animales reproductoras)
- Novillas (hembra de más de 2 años, pero antes del primer parto/lactancia)
- Terneros hembras 1-2 años
- Terneros hembras <1 años

Para cada tipo de animal identificado, **se recogerán** datos sobre diferentes parámetros, tal como se indica en la Tabla 2.

Tabla 2 Parámetros requeridos de la población animal. Los datos enumerados **se recogerán** sobre la base de un año civil para cada tipo de animal definido presente.

Parámetro	Unidad	Nota para el practicante
Número medio de animales presentes	Cabeza	
Peso inicial promedio	kg cabeza ⁻¹	Peso medio de 1 cabeza al inicio del ciclo
Peso final medio	kg cabeza ⁻¹	Peso medio de 1 cabeza al final del ciclo
Peso corporal promedio	kg cabeza ⁻¹	Peso medio de 1 cabeza a lo largo del período de producción considerado
Peso maduro	kg cabeza ⁻¹	Peso potencial del animal considerado en madurez
Aumento de peso	kg día ⁻¹	Puede calcularse como una diferencia entre el peso inicial y final
Producción media de leche	kg cabeza ⁻¹ año ⁻¹	Solo aplicable para vacas lactantes si están presentes en el sistema.
Contenido medio de proteína de la leche	%	
Contenido medio de grasa láctea	%	
Número de animales comprados	#	
Número de animales que abandonan el sistema	#	

Los datos sobre el número medio de animales presentes **deben** basarse en:

- En caso de evaluación de la explotación, **debe** utilizarse el registro de la explotación de la población de rebaños de animales.
- En el caso de una evaluación nacional, los datos de la explotación **deben** basarse en censos o fuentes nacionales/regionales, tal como se describe en la sección 3.1.
- En caso de que las fuentes de datos mencionadas anteriormente no estén disponibles, el promedio de animales presentes en la granja **puede** estimarse sobre la base de otra información medida (véase el recuadro de ejemplo 1.0).

Los datos sobre el peso inicial y final de los animales **deben** recopilarse como datos primarios (kg de peso vivo) o información de expertos nacionales/regionales (véase 3.1). Si no están disponibles, el profesional **puede** utilizar datos por defecto basados en fuentes secundarias de literatura científica y técnicamente válida que **deberá documentar** adecuadamente el profesional.

Los datos sobre los animales comprados y los animales que cada año alcanzan el peso objetivo (y, por lo tanto, abandonan el sistema hacia las instalaciones de sacrificio) **se recopilarán** del registro de la explotación en caso de una evaluación de la explotación, del censo nacional en el caso de una evaluación nacional.

Ejemplo 1.0

En una operación de crecimiento/acabado la población media **puede** estimarse con datos sobre el número de terneros al inicio de la producción ajustados por mortalidad (suponiendo que ocurra a la mitad del ciclo) y eventuales períodos vacíos en un lote:

$$\frac{AAAAA_{aaaaa}}{(tt)} = \frac{IIII_{aalliiiaaii}}{1 - \frac{tt_{eeiieette}}{eepppppppppttiippl + ee iieette}} \left(1 - \frac{ii}{2} \right)$$

Dónde:

- $AAAAA_{aaaaa}$ = Población media anual (cabeza),
- $IIII_{ccaaa}$ = Número de animales al inicio del lote de producción (corral de engorde)
- tt_{ccaa} = Período vacío (día) dedicado a la limpieza y desinfección,
- $tteppppppppccaeaappaa$ = Período de producción (día) dedicado al crecimiento animal
- ii = tasa de mortalidad (%), expresada como una relación entre el número de animales muertos a lo largo del lote de producción dividido por el número de animales al comienzo del lote de producción.

Por ejemplo, consideramos una granja donde los terneros se compran a los 10 meses y se crían y sacrifican con diferente peso objetivo: 18 meses (30% del rebaño restante), 24 meses (30% del rebaño restante) y 30 meses (40% del rebaño restante). Al final de la producción se dedica 1 mes a limpiar el establo.

Podemos considerar los siguientes tipos de animales, tasas de mortalidad y producción de animales al final del ciclo:

- Tasa de mortalidad del 2% para terneros de engorde de 6 a 18 meses. 80 animales sacrificados a los 18 meses.
- 1% para terneros de engorde 18-21 meses. 80 animales sacrificados a los 21 meses.
- 1% para terneros de engorde 21-24 meses. 131 animales sacrificados a los 24 meses.

Al inicio de la producción, se compran 300 animales. El AAP para los terneros de engorde sacrificados a los 18 meses es:

El número de animales que entran en la siguiente etapa de engorde (18-21 meses) es:

$$\frac{000000}{fffaee.ccaauccccc}.6-18 = 300 * (1 - 2\%) - 80 = 214 \text{ heeaapp}$$

El AAP para los terneros de engorde sacrificados a los 21 meses es:

$$\frac{AAAAA}{fffaee.ccaauccccc}.18-21 = 214 * \frac{1\%}{2} * \frac{(21 - 18)}{(24 - 6 + 1)} = 33.6 \text{ vv}$$

El número de animales que entran en la siguiente etapa de engorde (21-24 meses) es:

$$\frac{000000}{fffaee.ccaauccccc}.18-21 = 214 * (1 - 1\%) - 80 = 132 \text{ heeaapp}$$

El AAP para los terneros de engorde sacrificados a los 21 meses es:

$$\frac{AAAAA}{fffaee.ccaauccccc}.21-24 = 132 * \frac{1\%}{2} * \frac{(24 - 21)}{(24 - 6 + 1)} = 20.7 \text{ heeaapp}$$

En una operación vaca/ternero, la población media **puede** estimarse con datos sobre la tasa de sustitución de la vaca nodriza, el número de animales de salida que abandonan el sistema, las tasas de mortalidad de los distintos tipos de animales y la edad del primer parto.

Por ejemplo, consideramos una granja donde los terneros crecen en promedio hasta 10 meses antes de ser vendidos, tenemos una edad promedio de primer parto de 2.2 años y una tasa de reemplazo de vacas nodrizas del 25% (excluyendo la mortalidad). La mortalidad es:

- 7% para terneros de engorde en sus primeros 10 meses.
- 7% para terneros hembras < 1 año
- 2% para terneros hembras de 1-2 años
- 0% para novillas (2-2.2 años = 73 días de producción)
- 4% para vacas nodrizas

Cada año, 68 terneros de engorde (a la edad de 10 meses, 304 días) abandonan el sistema. El AAP de los terneros de engorde es:

$$\frac{AAAAA}{fffaee.ccaauccccc} = \frac{68}{1 - \frac{7\%}{2}} * \frac{304}{365} = 58.69 \text{ heeaapp}$$

Cada año se sacrifican 30 vacas nodrizas (esto excluye la mortalidad). Por lo tanto, el AAP de las vacas nodrizas es:

$$\frac{AAAAA}{ccppccssuuccpp.ccpccccc} = \frac{30}{25\%} = 120 \text{ heeaapp}$$

De tal forma, el AAP para los otros tipos de animales es:

$$\begin{aligned} \frac{AAAAA}{hccaffccppcc} &= \frac{120 * (25\% + 4\%) * \frac{73}{365}}{\frac{0\%}{2}} = 6.96 \text{ heeaapp} \\ \frac{AAAAA}{ffccaa.ccaauccccc}.1-2 &= \frac{120 * (25\% + 4\%) * \frac{365}{365}}{(1 - 0\%) * \frac{7\%}{2}} = 35.15 \text{ heeaapp} \\ \frac{AAAAA}{ffccaa.ccaauccccc}<1 &= \frac{120 * (25\% + 4\%) * \frac{365}{365}}{(1 - 0\%)(1 - 2\%) * \frac{7\%}{2}} = 36.80 \text{ heeaapp} \end{aligned}$$

3.2.1.2 Ración

Deben recopilarse datos sobre la ingesta total de piensos, junto con algunas características nutricionales de los mismos, para cada tipo de animal definido en la sección 3.2.1.1. Estos datos son relevantes para:

- Contabilidad del impacto de la producción de piensos (véase la sección 3.3.2);
- Cálculo de las emisiones animales de GHG en la granja (por ejemplo, metano de la fermentación entérica y emisiones de N_2O relacionadas con la excreción de N).

Los diferentes tipos de ingesta de alimento requerirán varias estrategias de recopilación de datos.

Se pueden distinguir dos tipos:

- Ingesta de alimento medida: La cantidad de alimento importado se conoce normalmente en unidades de peso, incluida la información nutricional. Los ingredientes individuales que se alimentan a los animales generalmente se proporcionan en una cantidad conocida, dependiendo de estrategias de alimentación específicas. Los forrajes cultivados y almacenados en la granja y proporcionados a los animales en su mayoría no se pesan antes de la alimentación, sino que son estimados por el agricultor.
- Ingestas de alimento no medidas: Típicas de la hierba y los forrajes frescos pastoreados directamente por los animales en los campos.

Los datos correspondientes a los estudios realizados a nivel de explotación/emplazamiento **se basarán** en los datos primarios de actividad recogidos en la explotación.

A nivel nacional/regional, la ración y las características **deben** determinarse a partir de estadísticas nacionales/regionales cuando estén disponibles. Si estos no están disponibles, el profesional **puede** definir con expertos locales, asociaciones o cualquier otra parte interesada relevante con suficiente experiencia una estimación precisa del uso de piensos en las cadenas locales de suministro de ganado de carne.

Para la dieta global de un animal en el año de referencia, **se recogerán** datos sobre:

- Ingesta bruta de energía de la dieta ($\text{MJ cabeza}^{-1} \text{ año}^{-1}$). Esto **puede** derivarse de la media ponderada de la ingesta bruta de energía de los diversos tipos de piensos provistos (piensos compuestos, forrajes, ingredientes individuales y pasto). Para cada tipo de alimento, la ingesta bruta de energía **puede** calcularse multiplicando la ingesta de alimento ($\text{kg-como-está-cabeza}^{-1} \text{ año}^{-1}$) por el contenido de materia seca ($\text{kg-dm kg-como-está}^{-1}$) y el contenido bruto de energía (MJ kg-dm^{-1}).
- Digestibilidad de la dieta expresada como una fracción de la energía bruta (%). Esto **puede** derivarse del promedio ponderado de la digestibilidad de los diversos tipos de alimentos provistos (alimentos compuestos, forrajes, piensos, ingredientes individuales y pasto). Para cada tipo de alimento, la digestibilidad de la dieta **puede** calcularse multiplicando la ingesta de alimento ($\text{kg-como-está-cabeza}^{-1} \text{ año}^{-1}$) por la materia seca ($\text{kg-dm kg-como-está}^{-1}$) y el contenido de energía digerible (MJ kg-dm^{-1}), y dividiendo por la ingesta bruta de energía ($\text{MJ cabeza}^{-1} \text{ año}^{-1}$).
- Energía urinaria expresada como fracción de la energía bruta (%). Esto **puede** derivarse del promedio ponderado de la energía urinaria de la dieta de los diversos tipos de piensos provistos (piensos compuestos, forrajes, piensos, ingredientes individuales y pasto).
- Contenido de proteína bruta como porcentaje de la ingesta de materia seca (%). Esto **puede** derivarse de la media ponderada del contenido de proteína bruta de los diversos tipos de piensos provistos (piensos compuestos, forrajes, ingredientes individuales y pasto).
- Fuentes de nitrógeno no proteico (p. ej. de urea añadida) (%) de la ingesta de materia seca.
- Contenido de fibra detergente neutra (NDF) como porcentaje de la ingesta de materia seca (%). Esto **puede** derivarse de la media ponderada del contenido de NDF de los diversos tipos de piensos provistos (piensos compuestos, forrajes, piensos, ingredientes individuales y pasto).
- Contenido de cenizas como porcentaje de la ingesta de materia seca (%). Estos valores **deben** derivarse de la media ponderada del contenido medido de cenizas de los distintos tipos de piensos alimentados. Si no se dispone de valores medidos, podrán utilizarse los valores de las bases de datos nutricionales disponibles.

- Contenido de forraje para piensos como porcentaje de la ingesta de materia seca (%). Esto **puede** obtenerse dividiendo la ingesta de materia seca de forraje por la ingesta de materia seca de la dieta general.

Se registrarán los datos sobre las pérdidas de pienso. Esto puede basarse en datos recopilados en el sitio, promedios del sector o una medida por defecto basada en fuentes bibliográficas secundarias científica y técnicamente válidas.

Las siguientes secciones describen los datos específicos requeridos para varios tipos de alimentos para animales alimentados a cada tipo de animal en la granja. También se proporcionará información sobre dónde obtener los datos.

Las instrucciones para modelar el LCI del cultivo en la explotación se dan en la sección 3.2.3. En el punto 3.3.2 figuran instrucciones sobre la modelización de la producción de piensos compuestos u otros ingredientes individuales producidos fuera de la explotación.

3.2.1.2.1 Piensos compuestos

Un alimento compuesto es una mezcla (formulación) de diferentes ingredientes procesados y no procesados, generalmente importados de diferentes lugares, y mezclados en una fábrica de piensos. Las formulaciones de alimentos compuestos varían entre diferentes animales, diferentes fases de crecimiento animal y compatibilidad con forrajes suministrados al mismo tiempo. Las formulaciones pueden cambiar entre diferentes estaciones, debido a la variación en la disponibilidad de ingredientes o la calidad de la hierba, y a los forrajes en la ración.

Para cada pienso compuesto suministrado a los diferentes tipos de animales definidos, **se recogerán** datos para los parámetros resumidos en la Tabla 3 para la actividad media de un año civil.

Tabla 3 Parámetros de alimentación compuesta requeridos por tipo de animal definido en la granja.

Parámetro	Unidad	Nota para el practicante
Ingesta de alimento	kg-como-está-cabeza ⁻¹ año ⁻¹	Para cada tipo de animal, se recogerá la cantidad de pienso(s) compuesto(s) suministrada(os) (Kg-como-está-cabeza ⁻¹ año ⁻¹).
Ingredientes de piensos incluidos en la formulación y su participación en la masa total tal como está	%	Para cada pienso compuesto, se recopilarán los datos exactos de la formulación del ingrediente (incluidos los aditivos). Una formulación es una lista de ingredientes y sus cantidades utilizadas. La formulación se registrará "tal cual" en masa y deberá sumar hasta el 100%. Si el profesional no tiene acceso a este tipo de información, se puede utilizar información secundaria basada en la literatura, siempre que sea técnicamente representativa del sistema real en estudio (esto requeriría fundamentación técnica).
Contenido de materia seca	kg-dm kg-como-está ⁻¹	Los datos sobre las características de los piensos deben basarse en información específica del pienso compuesto. El profesional puede utilizar datos secundarios de fuentes bibliográficas (o tablas de alimentación / bases de datos disponibles).
Contenido bruto de energía	MJ kg-dm ⁻¹	
Contenido energético digerible	MJ kg-dm ⁻¹	
Energía urinaria expresada como fracción de la energía bruta	%	
Contenido de proteína bruta como porcentaje de ingesta de materia seca	%	
Contenido neutro de fibra detergente (NDF) como porcentaje de la ingesta de materia seca	%	

Las características del alimento que a menudo no están fácilmente disponibles son la energía bruta y el contenido de energía urinaria del alimento. En tal caso, el profesional **puede** utilizar un factor de conversión predeterminado del IPCC: 18,45 MJ kg-dm⁻¹ para el contenido bruto de energía y 4% para la UE (2% si más del 85% de la dieta son granos).

3.2.1.2.2 Forraje y otros ingredientes individuales

El forraje es cualquier tipo de alimento (pasto, residuo de cultivo o planta de cereales) que se cosecha y se suministra a los animales, generalmente después de algún tipo de transformación durante el almacenamiento (por ejemplo, fermentación, secado). Los forrajes típicos son heno, ensilaje y paja. Los forrajes comunes utilizados para la producción de pienso son pasto, maíz, cereales, leguminosas (por ejemplo, alfalfa).

Los ingredientes individuales pueden ser de diversa naturaleza (cultivados en la granja o comprados). Los ingredientes típicos pueden ser coproductos húmedos (por ejemplo, granos ya utilizados por los cerveceros), melaza de azúcar seca, o leche en polvo. Estos generalmente no se incorporan en el alimento compuesto, sino que se suministran por separado al animal.

Para cada ingrediente individual y forraje utilizado **se recogerán** datos sobre los parámetros resumidos en la Tabla 4.

Tabla 4 Parámetros de ingrediente único y forraje requeridos por tipo de animal definido en la explotación.

Parámetro	Unidad	Nota para el practicante
Ingesta de alimento	kg-como-está-cabeza ⁻¹ año ⁻¹	Datos sobre la cantidad suministrada por cabeza por año para cada ingrediente individual y forraje.
Contenido de materia seca	kg-dm kg-como-está ⁻¹	Para cada ingrediente individual y forraje, las características se recopilarán de la mejor fuente disponible, ya sea medida para los casos en que se disponga de datos primarios, sobre la base de datos regionales o medios nacionales. Si el profesional no tiene acceso a este tipo de información, se puede utilizar información secundaria basada en la literatura, siempre que sea técnicamente representativa del sistema real en estudio (esto requeriría una justificación técnica).
Contenido bruto de energía	MJ kg-dm ⁻¹	
Contenido energético digerible	MJ kg-dm ⁻¹	
Energía urinaria expresada como fracción de la energía bruta	%	
Contenido de proteína bruta como porcentaje de ingesta de materia seca	%	
Contenido neutro de fibra detergente (NDF) como porcentaje de la ingesta de materia seca	%	

3.2.1.2.3 Intervenciones nutricionales mediante el uso de aditivos para piensos

Las intervenciones nutricionales relacionadas con el uso de aditivos **se registrarán** kg-como-está-cabeza⁻¹ año⁻¹ en piensos compuestos o como un solo insumo. El profesional registrará también el índice de adopción de aditivos para piensos en la ración para cada tipo de animal específico definido en el punto 3.2.1.1.

Los aditivos en la ración tienen efectos zootécnicos que **pueden** clasificarse en dos tipos: A) Los visibles en la actividad de producción (por ejemplo, formulación de piensos, productividad, longevidad), en cuyo caso su efecto es modelado por el profesional en el modelado del inventario de la granja de animales. B) Efecto directo en las emisiones de GHG. En este último caso, el profesional **deberá** justificar y documentar adecuadamente el efecto de estos aditivos sobre la base de información científica y técnicamente válida. El efecto **se reflejará adaptando** las emisiones directas de la explotación animal calculadas con arreglo a los puntos 4.1 y 4.2.

3.2.1.2.4 Pastoreo

En el caso de las gramíneas, **se recogerán** datos sobre los parámetros resumidos en la Tabla 5.

Tabla 5 Parámetros de pastoreo de piensos requeridos por tipo de animal definido en la explotación.

Parámetro	Unidad
Ingesta de alimento	kg-como-está-cabeza ⁻¹ año ⁻¹

Contenido de materia seca	kg-dm kg-como-está ⁻¹
Contenido bruto de energía	MJ kg-dm ⁻¹
Contenido energético digerible	MJ kg-dm ⁻¹
Energía urinaria expresada como fracción de la energía bruta	%
Contenido de proteína bruta como porcentaje de la ingesta de materia seca	%
Contenido neutro de fibra detergente (NDF) como porcentaje de la ingesta de materia seca	%

Para estimar las ingestas de piensos no medidas, como la hierba, **se aplicará** un método basado en los requisitos de energía animal para el crecimiento, la actividad y el mantenimiento a partir de V4, Ch 06 del refinamiento del IPCC de 2006 y 2019 (IPCC, 2019b).

El método requiere datos sobre:

- Peso (kg) para cada tipo de animal,
- Aumento de peso medio por día (kg día⁻¹) para cada tipo de animal,
- El peso (kg) del animal adulto maduro,
- El número promedio de horas trabajadas por día
- El estado de alimentación (establo, pasto o pastoreo a gran escala). Sobre la base de las definiciones del IPCC,
- Cantidad de leche producida por día y su característica (por ejemplo, contenido de grasa)

Las entradas de la lista se utilizan para estimar los requisitos netos de energía para el mantenimiento, la actividad, el crecimiento, la lactancia, el trabajo y el embarazo. Los requerimientos totales de energía neta se convierten en requerimientos de energía bruta con el uso de datos de digestibilidad del alimento. Puede encontrarse una explicación más detallada del método que **debe** seguirse en el párrafo del nivel 2 de V4, sección Ch10 del capítulo 10.2.2 de 2019 Refinamiento de las Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero (IPCC, 2019b).

Dado que el método permite estimar los requisitos generales de ingesta bruta de energía restando la ingesta bruta de energía, es posible estimar la ingesta de energía no medida. Para traducir la ingesta bruta de energía en cantidad de hierba (kg dm), **se debe** conocer el contenido energético de la hierba. Si el profesional no dispone del análisis de muestras de gramíneas o de las características nacionales/regionales, se puede utilizar información bibliográfica científica y técnicamente válida (por ejemplo, 18,45 MJ kg-dm⁻¹ según lo sugerido por el IPCC).

3.2.1.3 Producción y gestión del estiércol

Para modelar la gestión del estiércol, **se recogerán** datos por tipo de animal sobre:

- Estiércol producido (kg año⁻¹)
- Tiempo que los animales pasan en pastos, alojamientos y corrales de engorde (%)
- Sistemas de gestión del estiércol (mms) en su lugar, y proporción de estiércol gestionado en un mms específico (%)
- En el caso del digestor anaeróbico: Cantidad de gas metano utilizado para la energía y cantidad de metano quemado.

Si no se mide la producción de estiércol (kg año⁻¹), **se pueden** basar valores por defecto que representen el alcance del estudio a partir de la literatura científica y técnicamente válida, o la opinión de expertos.

La cantidad de tiempo que pasa el animal en el pasto generalmente será conocida por el agricultor. Esta entrada se utiliza para estimar cuánto estiércol se libera en el pasto y cuánto se libera en las viviendas o corrales de engorde.

Para cada tipo de animal, el médico **deberá** estimar cuánto estiércol se gestiona con un determinado sistema de gestión del estiércol (mms). Esto **puede** estimarse en función del tiempo conocido que pasan los animales en ciertas áreas (por ejemplo, 20% en lote seco, 80% en alojamiento) o en función del cambio estacional conocido en el manejo (por ejemplo, el 70% del año el estiércol se almacena en pozos, el 30% del año el estiércol se aplica directamente en la tierra).

Los tipos de manejo de estiércol **se seleccionarán** teniendo en cuenta la categorización por (IPCC C. B., 2019), Capítulo 10: Emisiones del ganado y manejo del estiércol.:

- **Propagación diaria:** el estiércol se retira rutinariamente de una instalación de confinamiento y se aplica a tierras de cultivo o pastizales dentro de las 24 horas posteriores a la excreción.
- **Lote seco (patio):** un área de confinamiento abierto pavimentada o sin pavimentar sin ninguna cubierta vegetal significativa donde el estiércol acumulado **puede** eliminarse periódicamente.
- **Camas profundas para ganado y cerdos (sin mezcla / mezcla activa, más / menos de 1 mes):** a medida que se acumula estiércol, la cama se agrega continuamente para absorber la humedad durante un ciclo de producción y posiblemente durante 6 a 12 meses. Este sistema de manejo de estiércol también se conoce como un sistema de manejo de estiércol de paquete de cama y **puede** combinarse con un lote seco o pasto.
- **Almacenamiento en fosas por debajo de los confinamientos de animales (1/2/3/4/6/12 meses):** recolección y almacenamiento de estiércol generalmente con poca o ninguna agua agregada, generalmente debajo de un piso de listones en una instalación cerrada de confinamiento de animales, generalmente por períodos inferiores a un año.
- **Almacenamiento sólido (adicción a agentes de carga cubiertos o compactados / de carga, aditivos):** El almacenamiento de estiércol, generalmente por un período de varios meses, en pilas o pilas no confinadas. El estiércol puede apilarse debido a la presencia de una cantidad suficiente de material de cama o pérdida de humedad por evaporación.
- **Compostaje – En recipiente:** Compostaje, típicamente en un canal cerrado, con aireación forzada y mezcla continua.
- **Compostaje - Pila estática:** Compostaje en pilas con aireación forzada, pero sin mezcla.
- **Compostaje - Hilera intensiva:** Compostaje en hileras con giro regular (al menos diario) para mezclar y airear.
- **Compostaje - Hilera pasiva:** Compostaje en hileras con giro poco frecuente para mezcla y aireación.
- **Líquido/Barro (con cubierta/con cubierta de corteza natural/sin cubierta de corteza natural, 1/2/3/4/6/12 meses):** El estiércol se almacena como excretado o con alguna adición mínima de agua en tanques o estanques de tierra fuera del alojamiento del animal, generalmente por períodos inferiores a un año.
- **Tratamiento aeróbico (sistema de aireación natural/sistema de aireación forzada):** La oxidación biológica del estiércol recogido como líquido con aireación forzada o natural. La aireación natural se limita a estanques aeróbicos y facultativos y sistemas de humedales y se debe principalmente a la fotosíntesis. Por lo tanto, estos sistemas generalmente se vuelven anóxicos durante los períodos sin luz solar.
- **Laguna anaeróbica descubierta:** Un tipo de sistema de almacenamiento de líquidos diseñado y operado para combinar la estabilización y el almacenamiento de residuos. El sobrenadante de la laguna se usa generalmente para eliminar el estiércol de las instalaciones de confinamiento asociadas a la laguna. Las lagunas anaeróbicas están diseñadas con diferentes longitudes de almacenamiento (hasta un año o más), dependiendo de la región climática, la tasa de carga de sólidos volátiles y otros factores operativos. El agua de la laguna **puede** reciclarse como agua de descarga o usarse para regar y fertilizar los campos. Una forma más detallada de modelar también **debería** considerar el tiempo de residencia para estimar MCF, no solo la temperatura.
- **Digestor anaeróbico en la granja (fuga baja / alta, tecnología de alta / baja calidad, tecnología estanca al gas de baja / alta calidad / almacenamiento abierto):** Los excrementos animales con o sin paja se recolectan y se digieren anaeróbicamente en un recipiente de contención grande o laguna cubierta. Los digestores están diseñados y operados para la estabilización de residuos mediante la reducción microbiana de compuestos orgánicos complejos a CO₂ y CH₄, que se captura y quema o se utiliza como combustible.

En caso de co-digestión anaeróbica, **deberá conocerse** el aporte de nitrógeno a través del co-digerido. Esto **debe** basarse en mediciones primarias o encuestas nacionales. En caso de que estos no estén disponibles, **pueden** basarse en fuentes bibliográficas secundarias.

El tratamiento de la producción de gas seguirá el punto 3.2.1.4.

Se **registrará** toda actividad realizada dentro del sistema para reducir las emisiones de GHG procedentes de la gestión del estiércol. El efecto de estas medidas **se justificará** de forma transparente

y sobre la base de fuentes técnica y científicamente válidas. El efecto **se** reflejará en las emisiones procedentes de la explotación animal calculadas con arreglo a los puntos 4.1 y 4.2.

3.2.1.4 Uso de combustible y electricidad (incluida la producción de electricidad en la granja)

Los datos sobre la electricidad y los combustibles utilizados directamente relacionados con la cría de ganado vacuno se recopilarán anualmente para las operaciones generales de la explotación. Esto **se** derivará de los informes anuales de compras/costes.

En la granja también puede haber generación de energía. Cuando esta generación de energía esté directamente relacionada o derivada de la cría de ganado vacuno, se **recopilarán** datos primarios sobre la cantidad de energía que se produce. Sobre la base de estos datos, la energía producida **se modelará** como:

- Cuando la energía se utilice directamente para actividades relacionadas con la agricultura, la generación de energía **se** incluirá en los límites del LCA.
- Cuando se **venda** energía, se aplicarán las siguientes normas de modelado:
 - Subdivisión si la producción para uso propio y la exportación de la granja puede estimarse razonablemente. Este es el caso de la energía renovable (por ejemplo, electricidad solar y eólica) que se produce en la granja, y el exceso se vende, por ejemplo, a la red eléctrica. Otro ejemplo es en el caso de la co-fermentación anaeróbica (co-digestión). En tal situación, los coproductos de cultivo alimentados al digestor anaeróbico (por ejemplo, paja) pueden considerarse como un sistema separado del estiércol alimentado al digestor anaeróbico (entradas separadas, producción de biogás y salida de digerido). En estos casos, la producción de energía se puede contabilizar como un sistema separado de la cría de animales.
 - **Se** utilizará la sustitución directa, si la subdivisión no es posible. Este **puede** ser el caso de la recirculación de calor y la producción de energía a partir de coproductos agrícolas (por ejemplo, fermentación anaeróbica de estiércol). En estos casos, la producción y el uso evitados, por ejemplo, de la red eléctrica nacional o de la fuente de calor media **pueden** considerarse una producción evitada.

3.2.1.5 Otros datos que deben recopilarse

Se recopilarán datos sobre el uso del agua (agua del grifo u otra fuente que se especificará) para la cría de animales, en kg o metros cúbicos utilizados cada año. El agua es consumida por los animales como agua potable y también se utiliza para otros fines, como la limpieza de viviendas y las instalaciones de gestión del estiércol. Cuando se utilice agua para el riego de cultivos en la explotación, ésta **se** incluirá en el LCI de cultivo (véase la sección 3.2.3.2). Solo **se controlará el uso del agua azul**. Se trata de agua procedente de recursos hídricos superficiales o subterráneos que se utiliza activamente para uno de los fines mencionados anteriormente. **El** uso de *agua verde* relacionado con la precipitación no se incluirá en el inventario.

El uso de material de cama se incluirá en el inventario. Se pueden usar muchos tipos de material de cama en diferentes países, algunos ejemplos son la paja (trigo, avena, otros granos pequeños), las existencias de maíz o el rastrojo. La cantidad (kg cada año por tipo de animal) y el tipo de material de cama utilizado se recopilarán para el sistema específico en estudio.

Para algunos cálculos de emisiones (por ejemplo, emisiones de CH₄), **deberá conocerse** la temperatura externa media. Esto **puede** basarse en la medición de la ubicación real o en datos promedio regionales o nacionales. Además, la región de referencia **debe** conocerse (por ejemplo, América del Norte, Europa occidental), de acuerdo con la definición del IPCC.

Hay muchos insumos que tienen una contribución insignificante a la huella general de la producción animal y **no** deben incluirse en el inventario (corte). Se trata de depreciaciones de bienes de capital (por ejemplo, edificios e infraestructura), producción de semen para inseminación artificial, antibióticos y otros productos y servicios veterinarios.

También hay otros tipos de insumos que deben excluirse ya que están fuera del alcance de las cadenas de suministro de productos animales; esto es relevante para las actividades no agrícolas relacionadas con la empresa productora (por ejemplo, departamentos de contabilidad).

El profesional registrará la distancia de transporte tonelada*km y el tipo de modo de transporte para

todos los insumos a la explotación, incluidos los piensos, los animales de sustitución, los combustibles, el material de cama y cualquier otro insumo para la explotación.

3.2.1.6 Tratamiento de coproductos

Los sistemas de carne de vacuno descritos pueden producir diferentes tipos de coproductos. Los animales vivos son los principales productos de la producción de carne de res. Podemos distinguir dos tipos principales de animales vivos que están saliendo del sistema hacia el sacrificio:

- Animales destinados a la producción de carne: Terneros y carne de vacuno engordados para la producción de carne. Posiblemente, se podrían considerar diferentes coproductos para animales sacrificados a diferentes edades.
- Animales sacrificados para la reproducción: Vacas, toros y nodrizas que han formado parte del sistema de reproducción y alimentación con leche de terneros destetados. Estos animales solo son relevantes para el sistema vaca/terneros

El impacto **debe** asignarse a los productos de peso vivo utilizando un enfoque de asignación masiva. Por ejemplo, si un sistema de vacas/terneros entrega 600 kg de peso vivo de vacas sacrificadas y 1350 kg de peso vivo de terneros de 2 años, el impacto global **debe** asignarse con:

- $A 600 / (600 + 1350) = 30,77\%$ factor de asignación a vacas sacrificadas y
- $A 1350 / (600 + 1350) = 69,23\%$ factor de asignación a terneros de 2 años.

En caso de que se disponga de datos sobre los precios de dicho peso animal vivo, el profesional **puede** seguir una asignación económica. Siguiendo el ejemplo anterior, si las vacas sacrificadas tienen un valor de 0,86 € (kg de peso vivo)⁻¹, y los terneros de 2 años tienen un valor de 2,91 € (kg de peso vivo)⁻¹, el impacto global **debe** asignarse con:

- $A 600 \cdot 0,86 / (600 \cdot 0,86 + 1350 \cdot 2,91) =$ factor de asignación del 11,61% a las vacas sacrificadas y
- $A 1350 \cdot 2,91 / (600 \cdot 0,86 + 1350 \cdot 2,91) = 88,39\%$ Factor de asignación a terneros de 2 años.

El estiércol que sale de la granja debe tratarse por defecto como un residuo. Esto significa sin asignación de una carga aguas arriba. Las emisiones relacionadas con la gestión del estiércol hasta la puerta de la granja se asignan completamente a la actividad de la granja.

3.2.2 Sistemas lácteos que proporcionan animales jóvenes para el engorde

Es común que los terneros se compren en granjas lecheras y se engorden en uno o varios lugares de engorde. En tal caso, el LCI de la granja lechera **debe** ser modelado por el profesional utilizando datos primarios de actividad. Si esto no está disponible, el profesional **puede** confiar en datos secundarios para modelar la granja lechera.

El modelado de la granja lechera **se** realizará siguiendo las indicaciones establecidas por la IDF (Federación Internacional de Productos Lácteos, 2015). La Tabla 6 resume los principales enfoques de modelado sugeridos y alineados con la directriz de la IDF. Se espera una actualización de la directriz de las IDF en 2022. En tal caso, se utilizará la última versión de la directriz.

Tabla 6 Opciones de modelado más relevantes para los sistemas lácteos según el boletín 479/2015 de la IDF: Un enfoque común de la huella de carbono para el sector lácteo.

Artículo	Modelización basada en la directriz de la IDF
Unidad Funcional	Kg de FPCM, kg de peso vivo.
Límite del sistema	Todas las actividades y procesos requeridos. Desde el cultivo de materias primas hasta la entrega en la granja de animales.
Bienes de equipo	Fuera del alcance del estudio.
Asignación	Implementar la asignación biofísica entre la leche y la carne, basada en una ecuación específica de la IDF. El estiércol se tratará como se indica en el punto 3.2.1.3 del presente documento.
Modelado de las emisiones de las explotaciones animales	Siga las últimas directrices del IPCC, instrucciones proporcionadas en esta directriz sección 4.2
(directo) Cambio de uso de la tierra	Siga las instrucciones proporcionadas en esta guía , sección 4.4.

(indirecto) Cambio de uso de la tierra No incluido en el ámbito

Factores GWP Los factores de GWP **deben** ser los mismos que se indican en 1.5.

3.2.3 Manejo de tierras y de cultivos en granjas de animales

3.2.3.1 Ocupación de la tierra y cambio de uso de la tierra.

La ocupación de la tierra por tipo de uso de la tierra informada en m² años es un parámetro necesario para determinar el cambio de uso de la tierra y se relaciona con las emisiones o el secuestro de carbono del suelo.

La ocupación de la tierra se refiere a la superficie bruta de tierra ocupada por pastizales y producción de cultivos directamente asociada a la producción animal (incluyendo, por ejemplo, vías fluviales, zanjas y franjas de barbecho).

El profesional **deberá** estimar las tierras ocupadas directamente asociadas a la producción animal (para la producción de cultivos y el pastoreo). La tierra ocupada para otros fines (por ejemplo, cultivos alimentarios; áreas naturales, bosques protegidos) **se excluirán** del cálculo.

El profesional **también indicará** la superficie (ha) consistente en suelos orgánicos drenados (por ejemplo, turba), ocupada para el cultivo de cultivos y/o pastoreo.

La ocupación de la tierra para el pastoreo y la producción de cultivos forrajeros **debe** determinarse sobre la base de registros directos de la explotación o datos de encuestas a nivel regional o nacional. Otras fuentes indirectas de estimación del uso de la tierra utilizando imágenes satelitales o la teledetección **puede** recopilarse si no se dispone de registros directos de la granja. Si no se dispone de ninguna de las opciones anteriores, el profesional **puede** estimar la ocupación de la tierra basándose en el número promedio de cabezas en la granja, las necesidades nutricionales per cápita de pastos y cultivos forrajeros y el rendimiento conocido de cada producto.

Para calcular las emisiones derivadas del cambio de uso de la tierra, el profesional **registrará** si en los 20 años anteriores al año de referencia de la evaluación la superficie de tierra ocupada para el pastoreo de animales o la producción de cultivos (directamente asociada a la producción de ganado vacuno) ha cambiado de un tipo a otro. Los tipos de uso de la tierra son: tierras de cultivo anual, tierras de cultivo perennes, pastizales, tierras forestales, humedales y tierras industriales.

Los datos sobre el uso actual y anterior de la tierra **deben** demostrarse utilizando fuentes fiables de información, como imágenes satelitales y/o datos topográficos.

Si se desconoce el uso del suelo en el período de referencia, **el profesional deberá** seguir las directrices de PAS 2050-1:2012 (BSI, 2012) para su estimación; véase también la sección 4.4.

En la sección 4.4 se ofrecen orientaciones sobre la cuantificación de las emisiones derivadas del dLUC.

Cuando pueda demostrarse que el cambio de uso de la tierra se produjo más de 20 años antes de la realización de la evaluación, no se incluirá en la evaluación ninguna emisión derivada del cambio de uso de la tierra, ya que se supondría que todas las emisiones resultantes del cambio de uso de la tierra se han producido antes del año de evaluación (BSI, 2011).

3.2.3.2 Cultivo de cultivos forrajeros

Se recogerán datos detallados sobre el forraje y otros cultivos en la explotación animal. Los profesionales diferenciarán entre los cultivos forrajeros que vayan a utilizarse en la explotación animal y los cultivos alimentarios u otros cultivos in situ y no destinados al consumo animal o a actividades animales (estos últimos no **se** incluirán en el inventario del ganado vacuno).

Los cultivos de la granja se pueden clasificar en:

- a. Cultivos anuales (con uno o varios ciclos de producción por año).
- b. Cultivos perennes y pastizales (con uno o varios ciclos de producción por año).

Los datos primarios deben recopilarse durante un período de al menos tres años. Para los cultivos

anuales, si no se dispone de datos que abarquen un período de tres años, el profesional puede recopilar datos para un período más corto, pero esto no puede ser inferior a un año. En el caso de los cultivos cuyo ciclo de producción sea inferior a un año, los datos **se recogerán** durante un período de tiempo que abarque al menos tres ciclos de producción.

Los siguientes resultados económicos procedentes del cultivo se cuantificarán por hectárea:

- Producto principal del cultivo (masa, DM, valor financiero, contenido energético bruto)
- Coproducto(s) (si procede) (masa, DM, valor financiero, contenido bruto de energía)
- Materiales residuales que permanecen en el campo o en el suelo (masa, DM)
- Materiales residuales que se queman y emisiones asociadas
- Flujos de residuos y destino

El impacto del cultivo en todos los coproductos **se** asignará sobre la base de la asignación económica teniendo en cuenta los precios medios de 5 años de los productos y coproductos del cultivo.

Los datos de actividad recogidos del cultivo en la explotación serán representativos de la actividad media por hectárea cultivada para la actividad anual.

En la Tabla 7 se detallan los datos de actividad que deben recogerse para todos los forrajes cultivados en explotaciones agrícolas exclusivamente relacionados con la ganadería de carne.

Tabla 7 Lista de los datos de inventario que deben recogerse para el cultivo

Parámetro	Unidad	Nota para el practicante
Rendimiento de los cultivos	Kg ha ⁻¹ y ⁻¹	El rendimiento de los cultivos se comunicará "tal cual".
Contenido de materia seca del cultivo	kg-dm kg-como-está ⁻¹	
Entrada de material vegetal de semilla	Kg ha ⁻¹	
Entrada (total) de fertilizante sintético	Volumen o peso ha ⁻¹	El facultativo indicará la cantidad total y el tipo de fertilizantes sintéticos utilizados en la granja.
Entrada (total) de productos fitosanitarios	Volumen o peso ha ⁻¹	El facultativo indicará la cantidad total y los productos fitosanitarios utilizados en la granja.
Entrada de N de sintético abono	kg N ha ⁻¹	Entrada total N de todos los fertilizantes sintéticos utilizados.
Entrada de P a partir de fertilizante sintético	kg P ha ⁻¹	Aporte total P de todos los fertilizantes sintéticos utilizados.
Entrada de K de sintético abono	kg K ha ⁻¹	Entrada total K de todos los fertilizantes sintéticos utilizados.
Entrada de cal	kg ha ⁻¹	Se documentará la aplicación media anual de cal por hectárea. Practicante a tipo de registro.
Entrada de urea	kg ha ⁻¹	
Entrada de plaguicidas	volumen o peso/ha	

Uso de combustible	l ha ⁻¹	El Practicante debe registrar el tipo de combustible utilizado junto con el volumen consumido en un año. Esto incluirá el consumo de combustible en máquinas agrícolas.
Aporte total de estiércol y Método de aplicación	kg N ha ⁻¹	
Entrada total N procedente de residuos de cultivos	kg N ha ⁻¹	
Entrada total N del abono	kg N ha ⁻¹	Valor predeterminado = 0 si no está disponible
Entrada total N de aguas residuales	kg N ha ⁻¹	Valor predeterminado = 0 si no está disponible
Entrada total N de otras enmiendas orgánicas utilizadas como fertilizante (por ejemplo, residuos de procesamiento, guano, residuos de cervecería, etc.)	kg N ha ⁻¹	Valor predeterminado = 0 si no está disponible
Superficie compuesta por drenados Suelos orgánicos (por ejemplo, turba)	ha	

3.3 Alimentos comprados y otros insumos agrícolas

3.3.1 Insumos de energía y materiales

Se recogerán datos sobre las entradas de energía y materiales en la explotación siguiendo las indicaciones del punto 3.2.1.4. 3.2.1.5 y 3.2.3.2. Esto **puede** incluir el uso de electricidad de la red, combustibles y calor, así como también de insumos como el agua, material de cama, fertilizantes o agentes fitosanitarios.

Estos datos **se conectarán** a conjuntos de datos de referencia de bases de datos disponibles comercialmente con el fin de modelar los impactos previos asociados a los insumos agrícolas.

El uso de una base de datos específica no es obligatorio en esta guía. El profesional **deberá** documentar adecuadamente la base de datos que se utiliza para todos los insumos de energía y materiales a la granja. Los datos de fondo utilizados **deberán** coincidir adecuadamente con el proceso, la tecnología y la geografía de la entrada modelada. El uso de poderes **deberá** ser justificado y documentado por el facultativo.

3.3.2 Alimentos comprados

La ingesta total de alimentos y la composición del pienso **se registrarán**, siguiendo las instrucciones del punto 3.2.1.2., para modelar la huella de carbono de la producción de piensos comprados (ingredientes individuales, aditivos y piensos compuestos), los datos de entrada **pueden** conectarse a conjuntos de datos de fondo de bases de datos disponibles comercialmente o modelarse por el profesional cuando se disponga de datos primarios para la producción de piensos.

En la primera línea, el uso de una base de datos específica no es obligatorio en esta directriz; sin embargo, se recomienda el uso de la base de datos The Global Feed LCA Institute (GFLI). Esta base de datos disponible públicamente se recopila utilizando la metodología LCA, revisada y actualizada regularmente.

Siempre se prefieren los datos específicos de la región a un proxy global o genérico. El profesional **puede** utilizar cualquier otra base de datos (más específica) cuando esté disponible, siempre y cuando los datos estén debidamente verificados y validados.

El profesional **indicará** siempre la base de datos que se utiliza para los piensos destinados a la explotación. Los conjuntos de datos de fondo utilizados **deben** coincidir adecuadamente con el proceso,

la tecnología y la geografía del producto modelado. Las excepciones, como el uso de proxies, **serán** documentadas y justificadas por el profesional.

Si se dispone de datos primarios para la producción de piensos comprados, el profesional **puede** modelar el LCI de piensos comprados siguiendo la orientación del FAO LEAP Desempeño ambiental de las cadenas de suministro de alimentos para animales (FAO LEAP, 2015).

Algunas opciones de modelado en la directriz FAO LEAP Desempeño ambiental de las cadenas de suministro de alimentos para animales son recomendaciones abiertas para la elección del profesional. En aras de la coherencia, los profesionales **tomarán** las decisiones metodológicas específicas que se indican a continuación al modelar los LCI de alimentación propia.

Cuadro 8 Opciones de modelización más relevantes para los alimentos adquiridos según la directriz FAO LEAP Comportamiento ambiental de las cadenas de suministro de alimentos para animales

Artículo	Modelización basada en FAO LEAP
Unidad Funcional	Cantidad de producto utilizada en la granja
Límite del sistema	Todas las actividades y procesos requeridos. Desde el cultivo de materias primas hasta la entrega en la granja de animales.
Bienes de capital	Fuera del alcance del estudio
Asignación	- Implementar la asignación económica para los coproductos de cultivos, se aconseja que los precios promedio de cinco años tengan en cuenta las fluctuaciones de los precios. Otros tipos de asignación (por ejemplo, energía o masa de materia seca) puede incluirse como parte de la evaluación de la sensibilidad. - Aplicar la asignación económica para los coproductos procedentes de la transformación individual de piensos, basarse en la asignación económica. Precios medios quinquenales para implementar. - En la fábrica de piensos (producción de piensos compuestos), el enfoque de asignación se ajustará a la PEFCR para piensos, que recomienda realizar una asignación masiva basada en la producción en masa anual total de piensos de la fábrica de piensos. (Comisión Europea, 2020)
Modelización de las emisiones de la agricultura	Siga las últimas directrices del IPCC, las instrucciones proporcionadas en esta directriz véase la sección 4.3.
(directo) Cambio de uso de la tierra	Siga las instrucciones proporcionadas en esta guía, consulte la sección 4.4.
(indirecto) Cambio de uso de la tierra	No incluido en el ámbito

3.3.3 Transporte a la granja

Los datos de actividad sobre el transporte de todos los insumos agrícolas, incluidos los animales de sustitución, los combustibles y los fertilizantes, **se** modelarán utilizando datos secundarios para modelar el modo de transporte.

Las bases de datos proporcionan procesos para diferentes tipos de camiones. El profesional **seleccionará** el tipo y la capacidad de transporte más representativos para la actividad modelizada.

Los datos utilizados para los modos de transporte a la explotación **tendrán** en cuenta el tipo y la tecnología de transporte adecuados. El profesional **registrará** el tipo de vehículo, la capacidad, la fracción de carga y la tasa de utilización, ya sea a partir de hipótesis primarias o de expertos sobre el transporte modelado. Estos datos **deben** coincidir con los datos secundarios que se utilizarán para modelar el transporte. El factor de carga **tendrá** en cuenta la distancia de transporte en vacío, la carga máxima (masa para el volumen limitado).

Si no se pueden obtener o estimar datos específicos, el profesional **puede** usar una fracción de carga predeterminada del 80% y una tasa de utilización del 50%. Se puede suponer el transporte por camión a menos que se disponga de datos específicos.

3.4 Sacrificio

Las actividades de sacrificio incluyen el transporte de animales vivos al matadero, la transformación de animales vivos en carcasas y coproductos, y la gestión de materiales de desecho (cuando proceda). La energía necesaria para estas actividades se incluirá en la modelización del inventario para el sacrificio.

Los datos del inventario **deben** recopilarse para la actividad del matadero durante un promedio de 3 años civiles a partir del año de evaluación. Si no se dispone de datos durante 3 años consecutivos, el profesional **deberá** considerar al menos un año calendario.

Durante este período de tiempo, el profesional **recogerá** datos para todos los parámetros enumerados en la Tabla 9 que sean aplicables a la actividad del matadero modelado.

Tabla 9 Parámetros de sacrificio requeridos

Parámetro	Unidad	Nota para el practicante
Entrada		
Peso del animal vivo	kg	Si no se dispone de datos directos sobre el peso vivo de los animales vivos entrantes en el matadero, el peso vivo se determinará sobre la base del método que se utilice habitualmente en el país de producción y aplicable al tipo de animal objeto de estudio. % de transformación - El profesional debe registrar el tipo de electricidad (por ejemplo, mezcla de red convencional, energía solar in situ, cogeneración). - El uso de electricidad solo considerará actividades directamente relacionadas al sacrificio.
	Peso animal vivo año ⁻¹	
Uso de electricidad	kWh año ⁻¹	
Uso de gas	MJ LHV año ⁻¹	El médico registrará la cantidad y el tipo de gas utilizado.
Uso de calor	MJ LHV año ⁻¹	
Otras entradas de combustible/energía (especifique el tipo)	MJ LHV año ⁻¹	El profesional debe registrar todas las entradas de energía y combustible asociadas a las actividades de sacrificio únicamente.

Uso del
agua
(especifique
el tipo)

m³ años-1

Transporte

Distancia de transporte de la granja
al sacrificio para animales vivos

Km

- La distancia **será** la ponderada promedio para todos los proveedores por su entrada de peso animal.
- El profesional **registrará el** tipo de vehículo, la capacidad, la fracción de carga y la tasa de utilización, que **deben** coincidir con los datos secundarios que se utilizarán para modelar el transporte.

Manejo de residuos

Aguas residuales a tratamiento

m³

Residuos
(Indíquese el tipo de
manejo de residuos)

kg

- El profesional **separará el** material de desecho de los subproductos.
- Por «residuo» se entiende el material destinado a la eliminación (por ejemplo, incineración y vertedero).
- El profesional **recogerá** la cantidad de material y el tipo de sistema de manejo de residuos.

Salidas de energía

Biogás del digestor

MJ LHV

Si procede, el profesional **indicará el** biogás producido en exceso de su propio consumo.

Electricidad de CHP

kWh

Si la electricidad se produce en exceso de la cantidad consumida en el sitio, el profesional **registrará** la cantidad de electricidad producida en exceso.

Otras salidas de energía
(indicar)

MJ LHV

Si procede, el profesional **deberá:** indicar cualquier salida de energía en exceso de consumo propio.

Canal de salida y subproductos

Peso de la canal

kg canal

- El peso de la canal se define como el peso de la canal caliente.
- Extirpación de cabeza, piel, sangre y órganos internos. Sólo músculo, hueso y grasa dejados en la carcasa.

Subproductos del sacrificio

kg

- El profesional **registrará** el peso de los subproductos procedentes del sacrificio. Esto dependerá del matadero/región/tipo de animal.

-Actividades relacionadas con la transformación ulterior de la carne (por ejemplo, despiece, deshuesado) o extracción no están dentro del límite del sistema definido en esta directriz y, por lo tanto, no **se** incluirán como parte de este inventario. Por ejemplo, si los subproductos de la canal salen del matadero y se transforman posteriormente en biodiésel, o fertilizantes, las actividades relacionadas se consideran un sistema separado y no se atribuirán al impacto del canal o sus subproductos.

Los datos del inventario recogidos de la Tabla 9 se asignarán a las diferentes salidas del matadero, la canal vestida y los subproductos. Para ello, el profesional **implementará** la asignación económica, lo que significa que todas las entradas, salidas y emisiones se atribuirán a la canal limpia y otros subproductos sobre la base de los ingresos totales asociados.

Para realizar la asignación, el profesional **deberá** recopilar datos sobre la masa de la canal caliente y todos sus subproductos, junto con su precio en el momento del sacrificio. Los datos de precios **se basarán** en los precios anuales medios durante al menos 5 años para tener en cuenta las fluctuaciones del mercado. Puede haber casos en los que un subproducto tenga valor cero (por ejemplo, productos contaminados). En este caso, el producto recibe una asignación cero de las actividades ascendentes (corte). En el cuadro 10 se ofrece un ejemplo de cómo determinar el factor de asignación económica para cada subproducto.

Tabla 10 10 Ejemplo de requisito de datos y cálculo de la asignación económica en el momento del sacrificio.

Producto de salida	Masa (kg)	Precio (valor kg ⁻¹)	Asignación económica (%)
1.Canal limpia			(Masa*Precio) /total Ingresos
2.Cuero			(Masa*Precio) /ingresos totales
3.Despojos			(Masa*Precio) /total Ingresos
4.Sangre			(Masa*Precio) /ingresos totales
5. ...			(Masa*Precio) /total Ingresos
6. ...			(Masa*Precio) /ingresos totales
Total	Masa total	Ingresos totales	100%

La masa y los precios **se basarán** en valores inmediatamente después de la primera transformación. Puede haber productos de valor cero que no se tratan como residuos, sino que se procesan posteriormente, por ejemplo: transformación. Estos productos tienen un impacto nulo asignado a ellos y todas las actividades asociadas a la extracción de residuos **se considerarán** un sistema separado del matadero, por lo que ningún impacto de estas actividades está asociado a la canal o sus subproductos.

La masa y los precios de las canales y subproductos limpios **deben** ser definidos por el profesional en función de la actividad del matadero. Si no se dispone de datos directos del matadero, el profesional **puede** optar por dos opciones diferentes:

1. Datos nacionales/regionales: El profesional **puede** consultar con expertos nacionales/regionales o fuentes bibliográficas sobre los subproductos más comunes y sus fracciones masivas que salen del matadero. Sobre la base de esta información, el profesional **debe** determinar el valor de la canal limpia y cada subproducto que sea más representativo del mercado que se está modelando. Los profesionales **documentarán** y comunicarán todas las fuentes y suposiciones hechas para definir las fracciones de masa y los precios de las canales y subproductos vestidos en el mercado específico que se está modelando. El nivel mínimo de detalle requerido para los subproductos para los cuales **se debe** determinar la fracción de masa y el precio son a) Canal limpia, b) Piel, c) Subproductos comestibles y d) Subproductos no comestibles.
2. El profesional **puede** optar por un enfoque simplificado. Dado que el flujo de referencia relevante para el estudio es el peso de la canal, lo más importante es definir cuánto impacto debe atribuirse a la canal, independientemente de otros subproductos obtenidos. En este enfoque simplificado, el profesional **debe** asignar el 90% del impacto del inventario a la canal y el 10% a otros subproductos. Este enfoque simplificado sólo **debería** ser aplicado si no se dispone de mejor información, y el profesional informará de forma transparente de las razones

para aplicar este enfoque simplificado.

Cuando la energía se produzca en el matadero y se consuma in situ, el profesional **deberá** atribuir la entrada de combustible y las actividades necesarias para la producción de energía a la canal y otros subproductos del sacrificio.

Si en el matadero se produce electricidad o energía por encima de la cantidad consumida in situ, el profesional **deberá** seguir las siguientes normas:

1. Los profesionales **aplicarán la** subdivisión. Esto significa que el profesional **deberá** separar la electricidad o la producción de energía de la canal y los subproductos animales.
2. Si no es posible la subdivisión, cuando los impactos previos o las emisiones directas estén estrechamente relacionados con la canal y los subproductos, el profesional **considerará** la sustitución directa de los flujos de energía producidos (por ejemplo, la combinación de electricidad de consumo residual específica del país). Este crédito de sustitución se asignará a las canales y otros subproductos de la misma manera que a todos los demás insumos y residuos procedentes del matadero.

4. Modelización de emisiones

La siguiente sección proporciona un desglose de las emisiones que se modelarán e instrucciones para cada una. El Documento de Ayuda al Cálculo (disponible en Excel) proporciona todos los cálculos del Nivel 2, abordando la granja de animales y de cultivos, y el Nivel 1 para el cultivo si esos son los datos disponibles. Los datos requeridos se describen en la Sección 3 de esta Guía. Esta ayuda de cálculo está diseñada para ser utilizada junto con el software de modelado LCA.

4.1 GHG mínimo a modelar

El profesional **definirá** los datos y la calidad posterior de los datos en consonancia con el objetivo y el alcance de la evaluación. La evaluación puede ser específica (datos primarios) o basada en promedios de países o datos genéricos (proxy). Dependiendo del nivel, los modelos considerados calculan las emisiones con diferentes enfoques.

El profesional **utilizará**, como mínimo, el enfoque de nivel 2 al calcular las emisiones de la explotación animal. Al calcular las emisiones procedentes del cultivo, **debe** utilizarse el enfoque de nivel 2; sin embargo, cuando no se dispone de datos específicos de cada país, el profesional **puede** adoptar el enfoque de nivel 1.

Los efectos de las intervenciones nutricionales o de cualquier otra actividad de reducción de emisiones en la explotación se justificarán rigurosamente y luego se aplicarán como efecto en los parámetros para el cálculo de las emisiones basados en la sección 4.2 o se introducirán como una reducción de las emisiones calculadas. El profesional **prestará** especial atención a asegurarse de que, si el efecto ya está reflejado en los parámetros para la modelización de cálculo del nivel 2, no se aplique una reducción neta además del resultado de las emisiones, evitando la doble contabilización. Si existe un modelo de nivel superior que reflejaría mejor el efecto de las intervenciones y el profesional tiene los datos para implementarlo, se **preferirá** sobre el enfoque de modelado de nivel 2 predeterminado.

4.2 Emisiones directas de la granja de animales

El contenido de este capítulo se basa enteramente en (IPCC C. B., 2019), Capítulo 10: Emisiones del ganado y la gestión del estiércol.

Las emisiones que se modelarán son las siguientes:

- Metano (CH₄) procedente de fermentación entérica;
- Metano (CH₄) procedente de la gestión del estiércol;
- Óxido nitroso directo (N₂O) procedente de la gestión del estiércol;
- Óxido nitroso indirecto (N₂O) procedente de la lixiviación del estiércol;
- Óxido nitroso indirecto (N₂O) procedente de la volatilización de amoníaco (NH₃) y óxidos de nitrógeno (NOX);

4.2.1 Emisiones de CH₄ procedentes de la fermentación entérica

Las emisiones de metano debidas a la fermentación entérica se calcularán con arreglo a las ecuaciones siguientes:

$$CCHH_{4\ ccaae} = \sum_{TT} CCHH_{4\ ccaae,TT} \quad (4.2.1)$$

$$CCHH_{4\ ccaae,TT} = EEFF_{aacce,ccaee,TT} \cdot AAAAA_{TT} \quad (4.2.2)$$

Dónde:

- $CCHH_{4\ ccaae}$ es la emisión total de metano de la fermentación entérica ($kg\ año^{-1}$);
- La suma de la ecuación (4.2.1) se calcula sobre varias categorías de ganado y el subíndice T indica que las variables son relativas a una categoría de ganado específica T;
- $CCHH_{4\ ccaae,TT}$ es la emisión de metano de la fermentación entérica para la categoría de ganado T ($kg\ año^{-1}$);
- $EEFF_{aacce,ccaee,TT}$ es el factor de emisión para el metano ($kg\ cabeza^{-1}\ año^{-1}$) y se calcula con arreglo a la ecuación (4.2.3) siguiente;
- $AAAAA_{TT}$ es la población anual promedio (*cabeza*) y **debe** ser proporcionada por el profesional.

El factor de emisión **se calculará** mediante la ecuación (4.2.3):

$$EEFF_{aacce,ccaee,TT} = \frac{\frac{YY_{aa,TT}}{GGEE_{TT}} \cdot \frac{365}{100}}{55.65} \quad (4.2.3)$$

Dónde:

- Todas las variables se definen para una categoría ganadera específica T;
- $EEFF_{aacce,ccaee,TT}$ es el factor de emisión de metano ($kg\ cabeza^{-1}\ año^{-1}$);
- $GGEE_{TT}$ es la ingesta bruta de energía ($MJ\ cabeza^{-1}\ día^{-1}$) y **debe** ser proporcionada por el profesional;
- $YY_{aa,TT}$ es el factor de conversión de metano, es decir, el porcentaje de energía bruta en el alimento convertido en metano (%) y se da por defecto;
- $55.65\ (MJ\ kg^{-1})$ es el contenido energético del metano.

Los profesionales **deben** utilizar valores específicos de cada país de $YY_{aa,TT}$, basados en el análisis de las interacciones entre el alimento (tipo y calidad) y los animales (raza y genética). Cuando no se dispone de esos valores, los que figuran en el cuadro 10.12 del (IPCC C. B., 2019). En la tabla, $YY_{aa,TT}$ está vinculado a los niveles anuales de producción de leche y a la cantidad y calidad del alimento.

4.2.2 Emisiones de CH₄ procedentes de la gestión del estiércol

El cálculo de las emisiones de metano procedentes de la gestión del estiércol depende de dos factores principales: las características del estiércol y el sistema de gestión del estiércol utilizado. Las características del estiércol incluyen la cantidad de sólidos volátiles (VS) excretados por los animales y la producción teórica de metano. El sistema de gestión del estiércol influye en la proporción de la producción teórica de metano que se logra.

El cálculo de las emisiones de metano procedentes de la gestión del estiércol seguirá las ecuaciones:

$$CCHH_{4\ aaaaa} = \sum_{TT} CCHH_{4\ aaaaa,TT} \quad (4.2.4)$$

$$CCHH_{4\ aaaaa,TT} = AAAAA_{TT} \cdot 365 \cdot VVSS_{TT} \cdot BB_{0,TT} \cdot \rho\rho_{aacce} \cdot \sum_{SS} FFpapa_{SS,TT} \cdot MMCCFF_{SS} / 100 \quad (4.2.5)$$

Dónde:

- $CCHH_{4\text{aaaaaa}}$ es la emisión total de metano de la gestión del estiércol (kg año^{-1});
- La suma de la ecuación (4.2.4) se calcula sobre varias categorías de ganado y el subíndice T indica que las variables son relativas a una categoría de ganado específica T;
- $CCHH_{4\text{aaaaaa},TT}$ es la emisión de metano procedente de la gestión del estiércol para la categoría de ganado T (kg año^{-1});
- $AAAAAA_{TT}$ es la población anual promedio (*cabeza*) y **será** proporcionada por el profesional.
- $VVSS_{TT}$ es la excreción diaria de sólidos volátiles por animal ($\text{kg cabeza}^{-1} \text{año}^{-1}$) y se calcula utilizando la ecuación (4.2.6) a continuación.
- $BB_{0,TT}$ es la capacidad máxima de producción de metano para el estiércol producido ($\text{m}^3 \text{kg}^{-1}$) y se da como valor por defecto;
- ρ_{aaccee} es la densidad del metano ($0,67 \text{ kg m}^{-3}$);
- La suma se calcula sobre varios sistemas de gestión de estiércol y el subíndice S indica que las variables son relativas a un sistema específico S;
- $FFppaapp_{SS,TT}$ es la fracción de estiércol que se gestiona en el sistema de gestión de estiércol S (*adimensional*) y será proporcionada por el profesional;
- $MMCCFF_{SS}$ es el factor de conversión de metano integrado que depende del sistema de gestión del estiércol (%) y la temperatura y se da como un valor predeterminado.

Los valores predeterminados para los parámetros $BB_{0,TT}$, en caso de que no se disponga de mediciones específicas de cada país, se pueden encontrar en la Tabla 10.16 de (IPCC C. B., 2019). Los valores predeterminados de MCF se informan en la Tabla 10.17 de (IPCC C. B., 2019).

La excreción de sólidos volátiles (VS) **se calculará** mediante la ecuación (4.2.6):

$$VVSS_{TT} = GEE_{TT} \cdot \left(1 - \frac{DDE_{TT}}{100}\right) + (OEE_{TT} \cdot GEE_{TT}) \cdot \frac{1 - AASSH_{TT}}{18.45} \quad (4.2.6)$$

Dónde:

- Todas las variables se definen para una categoría ganadera específica T;
- $VVSS_{TT}$ es la excreción diaria de sólidos volátiles por animal ($\text{kg cabeza}^{-1} \text{año}^{-1}$).
- GEE_{TT} es la ingesta bruta de energía ($\text{MJ cabeza}^{-1} \text{año}^{-1}$) y **debe** ser proporcionada por el profesional.
- DDE_{TT} es la digestibilidad de la dieta expresada como una fracción de la energía bruta (%) y **debe** ser proporcionada por el médico.
- OEE_{TT} es la energía urinaria expresada como una fracción de la energía bruta (*adimensional*) y **debe** ser proporcionada por el practicante.
- $AASSH_{TT}$ es el contenido de cenizas del alimento (*adimensional*) y **debe** ser proporcionado por el profesional.
- 18.45 (MJ kg^{-1}) es una constante que representa el contenido energético del metano.

4.2.3 Emisiones directas de N_2O procedentes de la gestión del estiércol

La estimación de las emisiones directas de N_2O implica multiplicar la cantidad total de excreción de nitrógeno en cada tipo de sistema de gestión del estiércol por un factor de emisión para ese tipo de sistema, y sumar los valores obtenidos. A continuación, las emisiones se calcularán utilizando las siguientes ecuaciones:

$$NN_2O_{ppaapp} = \sum_{TT} NN_2O_{ppaapp,TT} \quad (4.2.7)$$

$$NN_2O_{ppaapp,TT} = \sum_{SS} (AAAAA_{TT} \cdot NN_{occe,TT} \cdot FFppaapp_{SS,TT} + NN_{ccppcc,cc}) \cdot EEFF_{yyyyae,SS} \cdot \frac{44}{28} \quad (4.2.8)$$

Dónde:

- NN_2O_{ppaapp} es la emisión total de óxido nítrico procedente de la gestión del estiércol (kg año^{-1});

- La suma de la ecuación (4.2.7) se calcula sobre varias categorías de ganado y el subíndice T indica que las variables son relativas a una categoría de ganado específica T;
- $NN_{2OO_{ppaapp,TT}}$ es la emisión de óxido nitroso procedente de la gestión del estiércol para la categoría de ganado T ($kg\ yr^{-1}$);
- La suma de la ecuación (4.2.8) se calcula sobre varios sistemas de gestión del estiércol y el subíndice S indica que las variables son relativas a un sistema específico S;
- $AAAAA_{TT}$ es la población anual promedio (*cabeza*) y **será** proporcionada por el profesional.
- $NN_{ccee,TT}$ es la excreción media anual de N por animal ($kg\ cabeza^{-1}\ año^{-1}$) y se calcula utilizando la ecuación (4.2.9) siguiente;
- $Ff_{ppaapp_{SS,TT}}$ es la fracción de estiércol que se maneja en el sistema de gestión de estiércol S (*adimensional*) y será proporcionada por el profesional;
- $NN_{ccppcc,cc}$ es el aporte anual de nitrógeno a través del co-digerido para la digestión anaeróbica ($kg\ año^{-1}$) y **debe** ser proporcionado por el médico;
- $EEFF_{aaaaee,SS}$ es el factor de emisión para las emisiones directas de óxido nitroso del sistema de gestión del estiércol S (*adimensional*) y se da como un valor predeterminado;
- $\frac{44}{28}$ es el factor de conversión entre las emisiones $NN_{2OO} - NN$ y las emisiones NN_{2OO} .

Los valores predeterminados para los parámetros $EEFF_{aaaaee,SS}$ (denominados $EEFF_3$), en caso de que no se disponga de mediciones específicas de cada país, pueden consultarse en el cuadro 10.21 de (IPCC C. B., 2019).

Las tasas de excreción anual de N **se calcularán** como sigue:

$$NN_{ccee,TT} = NN_{aaaaeeasscc,TT} \cdot (1 - NN_{ppcceccaeeaaappaa\ ffpaaacc,TT}) \cdot 365 \quad (4.2.9)$$

Dónde:

- Todas las variables se definen para una categoría ganadera específica T;
- $NN_{ccee,TT}$ es la excreción media anual de N por animal ($kg\ cabeza^{-1}\ año^{-1}$);
- $NN_{aaaaeeasscc,TT}$ es la ingesta diaria de nitrógeno por animal ($kg\ cabeza^{-1}\ día^{-1}$) y se calcula mediante ecuación (4.2.10);
- $NN_{ppcceccaeeaaappaa\ ffpaaacc,TT}$ es la fracción de la ingesta diaria de N que es retenida por el animal (*adimensional*) y se calcula utilizando la ecuación (4.2.11) a continuación.

La tasa diaria de ingesta de nitrógeno se calculará con arreglo a la ecuación:

$$NN_{aaaaeeasscc,TT} = \frac{GGE_{TT}}{18.45} \cdot \frac{CCAA_{TT}}{6.25} \cdot 100 \quad (4.2.10)$$

Dónde:

- Todas las variables se definen para una categoría ganadera específica T;
- $NN_{aaaaeeasscc,TT}$ es la ingesta diaria de nitrógeno por animal ($kg\ cabeza^{-1}\ día^{-1}$);
- GGE_{TT} es la ingesta total de energía bruta de la dieta por animal ($MJ\ cabeza^{-1}\ día^{-1}$) y **debe** ser proporcionada por el profesional.
- 18,45 es el factor de conversión para la GE dietética en kg de materia seca ($MJ\ kg^{-1}$);
- $CCAA_{TT}$ es el contenido de proteína bruta en la dieta general (%) y **debe** ser proporcionado por el médico;
- 6.25 es el factor de conversión de kg de proteína cruda dietética a kg de N dietético (*adimensional*).

La fracción de nitrógeno retenida por el animal **se calculará** con arreglo a la ecuación (4.2.11):

$$NN_{ppcceccaeeaaappaa\ ffpaaacc,TT} = \frac{MMIIIIIIII \cdot \frac{100}{6.38} \cdot \frac{100}{6.75} + \frac{7.03 \cdot NNEE_{cc,TT}}{268 - \frac{WWGC_{TT}}{1000}}}{1} \quad (4.2.11)$$

Dónde:

- La mayoría de las variables se definen para una categoría ganadera específica T;

- $NN_{ppcceccaaeeaaappaa\ ffpaaacc,TT}$ es la fracción de la ingesta diaria de N que es retenida por el animal (*adimensional*);
- $MMIIIIIIII$ es la producción de leche por animal ($kg\ cabeza^{-1}\ día^{-1}$), aplicable únicamente a las vacas nodrizas, y será proporcionada por el facultativo.
- $MMIIIIIIII_{epp}$ es el porcentaje de proteína en la leche (%), aplicable únicamente a las vacas nodrizas, y se da como valor por defecto.
- 6.38 es el factor de conversión de proteína de leche a nitrógeno lácteo (*adimensional*);
- $WWGG_{TT}$ es el aumento de peso del animal ($kg\ día^{-1}$), y **será** proporcionado por el profesional.
- 1000 es el factor de conversión de g a kg;
- $NNEE_{cc,TT}$ es la energía neta para el crecimiento ($MJ\ día^{-1}$) y se calcula utilizando la ecuación (4.2.12) a continuación;
- 6.25 es el factor de conversión de kg de proteína cruda dietética a kg de N dietético (*adimensional*).

El valor predeterminado para el parámetro $MMIIIIIIII_{epp}$ es 3,04%; alternatively, puede encontrarse en el cuadro 10A.1 de (IPCC C. B., 2019).

Por último, la energía neta para el crecimiento **se** obtendrá de la siguiente manera:

$$NNEE_{cc,TT} = 22.02 \cdot \frac{BBWW_{TT}^{0.75}}{CC_{TT} \cdot MMWW_{TT}} \cdot WWGG_{TT}^{1.097} \quad (4.2.12)$$

Dónde:

- Todas las variables se definen para una categoría ganadera específica T ;
- $NNEE_{cc,TT}$ es la energía neta para el crecimiento ($MJ\ día^{-1}$);
- $BBWW_{TT}$ es el peso vivo medio de los animales de la población (kg) y **será** proporcionado por el médico.
- CC_{TT} es un coeficiente (*adimensional*) con un valor de 0,8 para las hembras, 1,0 para los castrados y 1,2 para los toros.
- $MMWW_{TT}$ es el peso corporal maduro de un animal adulto en condición corporal moderada (kg) y **será** proporcionado por el médico.
- $WWGG_{TT}$ es el aumento de peso del animal ($kg\ día^{-1}$), y **debe** ser proporcionado por el médico.

4.2.4 Emisiones indirectas de N_2O procedentes de la lixiviación de estiércol

El nitrógeno se pierde a través de la escorrentía y la lixiviación en los suelos desde el almacenamiento sólido de estiércol en áreas al aire libre y en corrales de engorde. La cantidad de óxido nitroso emitido por lixiviación **se calculará** en la ecuación (4.2.13):

$$NN_2O_{aaaapp,aaccaacch} = NN_{aaccaacch} \cdot \frac{EEFF_{aaccaacch}^{44}}{28} \quad (4.2.13)$$

Dónde:

- $NN_2O_{aaaapp,aaccaacch}$ es la emisión indirecta total de óxido nitroso procedente de la lixiviación del estiércol ($kg\ año^{-1}$);
- $NN_{aaccaacch}$ es la cantidad total de estiércol perdido debido a la lixiviación ($kg\ año^{-1}$) y se calcula utilizando la ecuación (4.2.14) a continuación.
- $EEFF_{aaccaacch}^{44}$ es el factor de emisión para las emisiones de NN_2O procedentes de la lixiviación y escorrentía de nitrógeno (*adimensional*) y se da como valor por defecto.
- $\frac{44}{28}$ es el factor de conversión entre las emisiones $NN_2O - NN$ y las emisiones NN_2O .

Los valores por defecto para el $EEFF_{aaccaacch}$ figuran en la Tabla 11, obtenido del cuadro 11.3 del (IPCC C. B., 2019). La cantidad total de estiércol perdido debido a la lixiviación y la escorrentía se calculará como sigue:

$$NN_{aaccaacch} = \frac{NN_{aaccaacch,TT}}{TT} \quad (4.2.14)$$

$$NN_{aaccaacch,TT} = \frac{NN_{aaccaacch,TT}}{SS} \cdot (AAAA_{TT} \cdot NN_{ccee,TT} \cdot FFppaapp_{SS,TT} + NN_{ccppcc,cc}) \cdot FFppaapp_{aaccaacch,SS,TT} \quad (4.2.15)$$

Dónde:

- $NN_{aaccaacch}$ es la cantidad total de estiércol perdido debido a la lixiviación ($kg\ año^{-1}$);
- La suma de la ecuación (4.2.14) se calcula sobre varias categorías de ganado y el subíndice T indica que las variables son relativas a una categoría específica de ganado T ;
- $NN_{aaccaacch,TT}$ es la cantidad de estiércol perdido debido a la lixiviación para la categoría de ganado T ($kg\ año^{-1}$);
- La suma de la ecuación (4.2.15) se calcula sobre varios sistemas de gestión del estiércol y el subíndice S indica que las variables son relativas a un sistema específico S ;
- $AAAAA_{TT}$ es la población anual promedio (*cabeza*) y **será** proporcionada por el profesional.
- $NN_{cee,TT}$ es la excreción media anual de N por animal ($kg\ cabeza^{-1}\ año^{-1}$) y se calcula utilizando la ecuación (4.2.9) anterior;
- $FFppaapp_{SS,TT}$ es la fracción de estiércol que se gestiona en el sistema de manejo de estiércol S (*adimensional*) y será proporcionada por el profesional;
- $NN_{ccppcc,cc}$ es el aporte anual de nitrógeno a través del co-digerido para la digestión anaeróbica ($kg\ año^{-1}$) y **debe** ser proporcionado por el médico;
- $FFppaapp_{aaccaacch,SS,TT}$ es la fracción de nitrógeno de estiércol gestionado que se lixivia del sistema de gestión de estiércol S (*adimensional*) y se da como valor por defecto.

Los valores predeterminados para los parámetros $FFppaapp_{aaccaacch,SS,TT}$ (denominados $FFppaapp_{aaccaacch,MMSS}$) se pueden encontrar en la Tabla 10.22 de (IPCC C. B., 2019).

4.2.5 Emisiones indirectas de N_2O procedentes de la volatilización de NH_3 y NO_x

El nitrógeno en forma volatilizada de amoníaco **puede** depositarse en sitios a sotavento de las áreas de manejo de estiércol y contribuir a las emisiones indirectas de N_2O . La cantidad de óxido nitroso emitido por volatilización en forma de NH_3 y NO_x **se calculará** mediante la ecuación (4.2.16):

$$NN_{2OO_{yaaapp,ccppaa}} = NN_{ccppaa} \cdot \frac{EEFF_{ccppaa} \cdot 44}{28} \quad (4.2.16)$$

Dónde:

- $NN_{2OO_{aaapp,ccppaa}}$ es la emisión indirecta total de óxido nitroso por volatilización de NH_3 y NO_x ($kg\ año^{-1}$);
- NN_{ccppaa} es la cantidad total de estiércol perdido debido a la volatilización ($kg\ año^{-1}$) y se calcula utilizando la ecuación (4.2.17) a continuación.
- $EEFF_{ccppaa}$ es el factor de emisión para las emisiones de NN_{2OO} procedentes de la volatilización del nitrógeno (*adimensional*) y se da como valor por defecto.
- $\frac{44}{28}$ es el factor de conversión entre las emisiones $NN_{2OO} - NN$ y las emisiones NN_{2OO} .

El valor por defecto para las del $EEFF_{ccppaa}$ figura en la Tabla 11, obtenida del cuadro 11.3 de (IPCC C. B., 2019).

La cantidad de estiércol perdido debido a la volatilización **se calculará** como sigue:

$$NN_{ccppaa} = \text{?} \cdot \frac{NN_{ccppaa,TT}}{TT} \quad (4.2.17)$$

$$NN_{ccppaa,TT} = \text{?} \cdot (AAAAA_{TT} \cdot NN_{cee,TT} \cdot FFppaapp_{SS,TT} + NN_{ccppcc(cc)}) \cdot FFppaapp_{ccppaa,SS,TT} \cdot \text{?} \quad (4.2.18)$$

Dónde:

- NN_{ccppaa} es la cantidad total de estiércol perdido debido a la volatilización ($kg\ año^{-1}$);
- La suma de la ecuación (4.2.17) se calcula sobre varias categorías de ganado y el subíndice T indica que las variables son relativas a una categoría de ganado específica T;
- $NN_{ccppaa,TT}$ es la cantidad de estiércol perdido debido a la volatilización para la categoría de ganado T ($kg\ año^{-1}$);
- La suma de la ecuación (4.2.18) se calcula sobre varios sistemas de gestión del estiércol y el subíndice S indica que las variables son relativas a un sistema específico S;
- $AAAAA_{TT}$ es la población anual promedio (*cabeza*) y será proporcionada por el profesional.
- $NN_{cce,TT}$ es la excreción media anual de N por animal ($kg\ cabeza^{-1}\ año^{-1}$) y se calcula mediante ecuación (4.2.9);
- $FFppaapp_{SS,TT}$ es la fracción de estiércol que se gestiona en el sistema de gestión de estiércol S (*adimensional*) y será proporcionada por el profesional;
- $NN_{ccppcc,cc}$ es el aporte anual de nitrógeno a través del co-digerido para la digestión anaeróbica ($kg\ año^{-1}$) y debe ser proporcionado por el médico;
- $FFppaapp_{ccppaa,SS,TT}$ es la fracción de nitrógeno de estiércol gestionado que se volatiliza del sistema de gestión de estiércol S (*adimensional*) y se da como un valor predeterminado.

Los valores predeterminados para los parámetros $FFppaapp_{ccppaa,SS,TT}$ (denominados $FFppaapp_{GGaacc_MMSS}$) se pueden encontrar en la Tabla 10.22 de (IPCC C. B., 2019).

Tabla 11: Valores por defecto para los factores de emisión para lixiviación y volatilización de estiércol, para calcular las emisiones indirectas de óxido nitroso (de la Tabla 11.3 de (IPCC C. B., 2019)).

$EEff_{aaccaacch}$	$EEff_{ccppaa}$
0.011	0.010

4.3 Emisiones procedentes de la producción de cultivos forrajeros

Este contenido de este capítulo se basa principalmente en (IPCC C. B., 2019), Capítulo 11: Emisiones de N_2O de suelos gestionados y emisiones de CO_2 de aplicación de cal y urea.

Las emisiones que se modelarán son las siguientes:

- Óxido nitroso directo (N_2O) del suelo gestionado;
- Óxido nitroso indirecto (N_2O) procedente del suelo gestionado;
- Dióxido de carbono (CO_2) del encalado;
- Dióxido de carbono (CO_2) de la fertilización con urea;
- Emisiones de dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4) y óxido nitroso (N_2O) de suelos orgánicos drenados (turba).

4.3.1 Emisiones directas de N_2O del suelo gestionado

Las emisiones directas de N_2O procedentes en los suelos gestionados se estimarán mediante la ecuación (4.3.1):

$$NN_{2OO_{ccppaa,ppaapp}} = \diamond NN_{2OO-NN_{aaaeeppee}} + NN_{2OO-NN_{pppppp}} \cdot \frac{44}{28} \quad (4.3.1)$$

Dónde:

- $NN_{2OO_{ccppaa,ppaapp}}$ es la emisión directa total de óxido nitroso procedente de los suelos gestionados ($kg\ año^{-1}$);
- $NN_{2OO-NN_{aaaeeppee}}$ es la emisión directa de NN_{2OO-NN} de las entradas de N a los suelos gestionados ($kg\ año^{-1}$) y se calcula utilizando las ecuaciones (4.3.2) a continuación.
- $NN_{2OO-NN_{pppppp}}$ es la emisión directa de NN_{2OO-NN} de las entradas de orina y estiércol a los suelos de pastoreo ($kg\ año^{-1}$) y se calcula utilizando las ecuaciones (4.3.3) a continuación.

Las emisiones NN_{2OO-NN} se calculan utilizando las siguientes ecuaciones:

$$NN_2O-NN_{aaaaepppe} = \frac{FF_{SSSS} + FF_{OISS}}{FF_{CCPP}} \cdot EEF_{1,ii} + EEF_{1,ii} \cdot EEF_{1,ii} \quad (4.3.2)$$

$$NN_2O-NN_{ppppp} = FF_{ppppp,aa} \cdot EEF_{3,ii} \quad (4.3.3)$$

Dónde

Las sumas de la ecuación (4.3.2) y (4.3.3) se calculan sobre diferentes condiciones (por ejemplo, climas húmedos o secos) y el subíndice i indica que las variables son relativas a una condición específica i ;

- $FF_{SSSS,aa}$ es la cantidad anual de fertilizante sintético N aplicada a los suelos ($kg\ año^{-1}$) y **será** proporcionada por el facultativo;
- $FF_{OISS,aa}$ es la cantidad anual de estiércol animal, compost, lodos de depuradora y otras adiciones orgánicas de N aplicadas a los suelos ($kg\ año^{-1}$) y se calcula utilizando las ecuaciones (4.3.4) a continuación;
- FF_{CCPP} es la cantidad anual de N en los residuos de cultivos (por encima y por debajo del suelo), incluidos los cultivos fijadores de N, y de la renovación de forraje/pastura, devueltos a los suelos ($kg\ año^{-1}$) y se calcula utilizando las ecuaciones (4.3.5) a continuación.
- $EEF_{1,ii}$ es el factor de emisión desarrollado para las emisiones de N_2O procedentes de la aplicación de fertilizantes sintéticos y N orgánico (*adimensional*) y **debe** ser proporcionado por el facultativo;
- $FF_{ppppp,aa}$ es la cantidad anual de orina y estiércol N depositada por los animales de pastoreo en pastos, pastizales y potreros ($kg\ año^{-1}$) y se calcula utilizando las ecuaciones (4.3.9) a continuación;
- $EEF_{3,ii}$ es el factor de emisión desarrollado para las emisiones de N_2O procedentes de la orina y el estiércol N depositados en pastos, pastizales y potreros por animales de pastoreo (*adimensionales*) y **debe** ser proporcionado por el facultativo.

Los valores de $EEF_{1,ii}$ y $EEF_{3,ii}$ deberán ser específicos de cada país y, en su caso, extraerse de los inventarios nacionales. Si dichos valores no están disponibles, los valores predeterminados se pueden encontrar en la Tabla 11.1 de (IPCC C. B., 2019).

Los abonos orgánicos ($FF_{OISS,aa}$) incluyen el estiércol animal aplicado, los lodos de depuradora aplicados al suelo, el compost aplicado a los suelos, así como otras enmiendas orgánicas de importancia regional para la agricultura (por ejemplo, residuos de extracción de residuos, guano, residuos de cervecería, etc.), y **se** estimarán siguiendo la ecuación (4.3.4):

$$FF_{OISS,ii} = FF_{AAMM,aa} + FF_{SSSSSS,ii} + FF_{CCOOMMPP,aa} + FF_{O000AA,aa} \quad (4.3.4)$$

Dónde:

- Todas las variables se definen bajo una determinada condición i ;
- $FF_{OISS,aa}$ es la cantidad anual de estiércol animal, compost, lodos de depuradora y otras adiciones orgánicas de N aplicadas a los suelos ($kg\ año^{-1}$);
- $FF_{AAMM,aa}$ es la cantidad anual de estiércol animal N aplicada a los suelos ($kg\ año^{-1}$) y **será** proporcionada por el facultativo;
- $FF_{SSSSSS,aa}$ es la cantidad anual de aguas residuales totales N aplicadas a los suelos ($kg\ año^{-1}$) y **será** proporcionada por el profesional;
- $FF_{CCOOMMPP,aa}$ es la cantidad anual de compost total N aplicado a los suelos ($kg\ año^{-1}$) y **será** proporcionada por el facultativo;
- $FF_{O000AA,aa}$ es la cantidad anual de otras enmiendas orgánicas utilizadas como fertilizante (por ejemplo, residuos de procesamiento, guano, residuos de cervecería, etc.) ($kg\ año^{-1}$) y **debe** ser proporcionada por el profesional.

El facultativo **velará por** que los importes $FF_{SSSSSS,aa}$ y $FF_{CCOOMMPP,aa}$ no se contabilicen doblemente. Si no se dispone de valores para $FF_{AAMM,aa}$, la cantidad **puede** determinarse utilizando la ecuación 11.4 de (IPCC C. B., 2019).

La cantidad de N en los residuos de cultivos (superficiales y subterráneos), incluidos los cultivos fijadores de N, devueltos anualmente a los suelos (FF_{CCPP}) **se** estimará siguiendo la ecuación (26):

$$FF_{CCPP} = \frac{AAGRR_{CC} \cdot NN_{AAG,CC} \cdot 1 - FF_{ppaappppccapccccc,CC} - FF_{ppaappbbppppaaee,CC} \cdot CC_{ff}}{CC} + BBGRR_{CC} \cdot NN_{BBG,CC} \quad (4.3.5)$$

Dónde:

- FF_{CCPP} es la cantidad de N en los residuos de cultivos devueltos a los suelos ($kg\ año^{-1}$).
- La suma se calcula sobre diferentes cultivos y el subíndice C indica que las variables son relativas a un cultivo específico C;
- $AAGGRR_{CC}$ es la cantidad total anual de residuos de cultivos sobre el suelo ($kg\ año^{-1}$) y **debe** ser proporcionada por el profesional.
- $NN_{AAGG,CC}$ es el contenido de N de los residuos sobre el suelo (*adimensionales*) y se da como valor por defecto ;
- $FFppaapp_{ppccaappcccc,CC}$ es la fracción de residuos sobre el suelo de cultivos eliminados anualmente para fines tales como alimentación, cama y construcción (*adimensional*) y **debe** ser proporcionada por el profesional (basado en una encuesta de expertos en el país). Si no está disponible, no **se** asumirá ninguna eliminación;
- $FFppaapp_{bbppppaaee,CC}$ es la fracción del área anual cosechada de cultivo quemado (*adimensional*) y **debe** ser proporcionada por el practicante;
- CC_{ff} es un factor de combustión (*adimensional*) y se da como un valor por defecto.
- $BBGGRR_{CC}$ es la cantidad total anual de residuos de cultivos subterráneos ($kg\ año^{-1}$) y se calcula utilizando las ecuaciones (4.3.6) a continuación.
- $NN_{BBGG,CC}$ es el contenido de N de los residuos subterráneos (*adimensional*) y se da como valor por defecto .

Los valores por defecto específicos del cultivo para $NN_{AAGG,CC}$ y $NN_{BBGG,CC}$, si no están disponibles, pueden encontrarse en el cuadro 11.1A de (IPCC C. B., 2019) (denominados $NN_{AAGG(TT)}$ y $NN_{BBGG(TT)}$, respectivamente). Los valores para CC_{ff} se dan en la Tabla 2.6 de (IPCC C. B., 2019).

El valor de $BBGGRR_{CC}$ **se calculará** mediante la ecuación (4.3.6):

$$BBGGRR_{CC} = \diamond CC_{ppppee}_{CC} + AAGG_{DDMM,CC} \cdot RRSS_{CC} \cdot AAppeaa_{CC} \cdot FFppaapp_{ppccaacccc,CC} \quad (4.3.6)$$

con

$$CC_{ppppee}_{CC} = YYiieii_{pp} FFppee_{FFh_{CC}} \cdot DRRYY_{CC} \quad (4.3.7)$$

y

$$AAGG_{DDMM,CC} = CC_{ppppee}_{CC} \cdot RR_{AAGG,CC} \quad (4.3.8)$$

Dónde:

- Todas las variables se definen para un cultivo específico C;
- CC_{ppppee}_{CC} es el rendimiento de materia seca cosechada ($kg\ ha^{-1}$).
- $AAGG_{DDMM,CC}$ es la materia seca residual sobre el suelo ($kg\ ha^{-1}$);
- $AAppeaa_{CC}$ es la relación entre la biomasa radicular subterránea y la biomasa de brotes sobre el suelo (*adimensional*), y se da como valor predeterminado.
- $AAppeaa_{CC}$ es la superficie total anual cosechada (ha) y **será** proporcionada por el profesional;
- $FFppaapp_{ppccaacccc,CC}$ es la fracción del área total que se renueva anualmente (*adimensional*): para los países donde los pastos se renuevan en promedio cada X años, $FFppaapp_{ppccaacccc,CC} = 1/X$, mientras que para los cultivos anuales $FFppaapp_{ppccaacccc,CC} = 1$;
- $YYiieii_{pp} FFppee_{FFh_{CC}}$ es el rendimiento fresco cosechado ($kg\ año^{-1}$) y **será** proporcionado por el profesional;
- $DDRRYY_{CC}$ es la fracción de materia seca del cultivo cosechado (*adimensional*) y se da como valor predeterminado;
- $RR_{AAGG,CC}$ es la relación entre la materia seca residual sobre el suelo y el rendimiento cosechado (*adimensional*) y se da como valor por defecto;

Los valores predeterminados específicos del cultivo para $RRSS_{CC}$, $DDRRYY_{CC}$ y $RR_{AAGG,CC}$, si no están disponibles, se pueden encontrar en la Tabla 11.1A de (IPCC C. B., 2019) (denominados $RRSS_{(TT)}$, $DDRRYY$ y $RR_{AAGG(TT)}$, respectivamente).

La cantidad anual de N depositada en los pastos, pastizales y potreros por los animales de pastoreo (FF_{TTTT}) **se calculará** como sigue:

$$FF_{TTTT} = \diamond AAAAA_{TT,aa} \cdot NN_{ccce,TT,aa} \cdot MMSS_{TTTT,TT,aa} \quad (4.3.9)$$

Dónde:

- Todas las variables se definen bajo una determinada condición i ;
- $FF_{PPPPP,aa}$ es la cantidad de orina y estiércol N depositada por los animales de pastoreo ($kg\ año^{-1}$);
- La suma se calcula sobre varias categorías de ganado y el subíndice T indica que las variables son relativas a una categoría de ganado específica T;
- $AAAAA_{TT,aa}$ es la población media anual (*cabeza*) y **será** proporcionada por el facultativo;
- $NN_{CEE,TT,aa}$ es la excreción media anual de N por animal ($kg\ cabeza^{-1}\ año^{-1}$) y se calcula utilizando la ecuación (4.2.9) anterior;
- $MMSS_{PPPPPP,TT,aa}$ es la fracción de la excreción anual total de N para cada especie/categoría T de ganado que se deposita en pastos, pastizales y potreros (adimensionales) y **será** proporcionada por el practicante (es equivalente a la fracción de tiempo que pasa el animal en pastos, pastizales y potreros).

4.3.2 Emisiones indirectas de N₂O procedentes de suelos gestionados

El N₂O también se emite por la volatilización/deposición de N y la lixiviación de N, como se ilustra en la sección 4.2.

Las emisiones de N₂O procedentes de la deposición atmosférica de N volatilizado procedente del suelo gestionado **se estimarán** mediante la ecuación (4.3.10):

$$NN_2O_{ccppaaa,aaaapp,ccppaa} = \left(F_{SSSS,aa} \cdot FF_{ppaappGGAASSGG,aa} + (FF_{OOSS} + FF_{PPPPPP})_{aa} \cdot FF_{ppaappGGAASSMM,aa} \right) \cdot EEFF_{4,aa} \cdot \frac{44}{28} \quad (4.3.10)$$

Dónde

- $NN_2O_{ccppaaa,aaaapp,ccppaa}$ es la emisión indirecta total de óxido nitroso procedente de la volatilización de N procedente del suelo gestionado ($kg\ año^{-1}$);
- La suma se calcula sobre diferentes condiciones (por ejemplo, climas húmedos o secos) y el subíndice i indica que las variables son relativas a una condición específica;
- $F_{SSSS,aa}$ es la cantidad anual de fertilizante sintético N aplicada a los suelos ($kg\ año^{-1}$) y **será** proporcionada por el facultativo;
- $FF_{ppaappGGAASSGG,aa}$ es la fracción del fertilizante sintético N que se volatiliza como NH₃ y NO_x bajo una determinada condición (*adimensional*) y **debe** ser proporcionada por el practicante;
- $FF_{OOSS,aa}$ es la cantidad anual de estiércol animal, compost, lodos de depuradora y otras adiciones orgánicas de N aplicadas a los suelos ($kg\ año^{-1}$) y se calcula utilizando las ecuaciones (4.3.4) anteriores;
- $FF_{PPPPPP,aa}$ es la cantidad anual de orina y estiércol N depositada por los animales de pastoreo en pastos, pastizales y potreros ($kg\ año^{-1}$) y se calcula utilizando las ecuaciones (4.3.9) anteriores;
- $FF_{ppaappGGAASSMM,aa}$ es la fracción del fertilizante orgánico N que se volatiliza como NH₃ y NO_x bajo una determinada condición (*adimensional*) y **debe** ser proporcionada por el practicante;
- $EEFF_{4,aa}$ es el factor de emisión de las emisiones de N₂O procedentes de la deposición atmosférica de N en superficies (*adimensionales*) de suelos y aguas, y **debe** ser proporcionado por el practicante;

Los valores de $FF_{ppaappGGAASSGG,aa}$, $FF_{ppaappGGAASSMM,aa}$ y $EEFF_{4,aa}$ **deberán** ser específicos de cada país y, en su caso, extraídos de los inventarios nacionales. Si dichos valores no están disponibles, los valores predeterminados se pueden encontrar en la Tabla 11.3 de (IPCC C. B., 2019).

Las emisiones de N₂O procedentes de la lixiviación y la escorrentía en las regiones en las que se produce la lixiviación y la escorrentía se **estimarán** mediante la ecuación (4.3.11):

$$NN_2O_{ccppaaa,aaaapp,aaaccch} = \left(F_{SSSS} + FF_{OOSS} + FF_{PPPPPP} + FF_{CCPP} \right)_{aa} \cdot FF_{ppaappaaaccch-HH,aa} \cdot EEFF_{5,aa} \cdot \frac{44}{28} \quad (4.3.11)$$

Dónde:

- $NN200_{ccppaaaa,aaaapp,aaccaacch}$ es la emisión indirecta total de óxido nitroso procedente de la lixiviación de N del suelo gestionado ($kg\ año^{-1}$);
- La suma se calcula sobre diferentes condiciones (por ejemplo, climas húmedos o secos) y el subíndice i indica que las variables son relativas a una condición específica;
- $FF_{SSSS,aa}$ es la cantidad anual de fertilizante sintético N aplicada a los suelos ($kg\ año^{-1}$) y **será** proporcionada por el facultativo;
- $FF_{OOS,aa}$ es la cantidad anual de estiércol animal, compost, lodos de depuradora y otras adiciones orgánicas de N aplicadas a los suelos ($kg\ año^{-1}$) y se calcula utilizando las ecuaciones (4.3.4) anteriores;
- $FF_{PPPPP,aa}$ es la cantidad anual de orina y estiércol N depositada por los animales de pastoreo en pastos, pastizales y potreros ($kg\ año^{-1}$) y se calcula utilizando las ecuaciones (4.3.9) anteriores;
- $FF_{CCPP,aa}$ es la cantidad anual de N en los residuos de cultivos (por encima y por debajo del suelo), incluidos los cultivos fijadores de N, y de la renovación de forraje/pastos, devueltos a los suelos ($kg\ año^{-1}$) y se calcula utilizando las ecuaciones (4.3.5) anteriores;
- $FF_{ppaappaaccaacch-HH,aa}$ es la fracción de todo el N agregado/mineralizado en suelos manejados en regiones donde se produce lixiviación / escorrentía que se pierde a través de la lixiviación y la escorrentía (*adimensional*) y **debe** ser proporcionado por el profesional;
- $EEFF_{5,aa}$ es el factor de emisión para las emisiones de N_2O procedentes de la lixiviación y la escorrentía de N (*adimensional*) y debe ser proporcionado por el facultativo;

Los valores de $FF_{ppaappaaccaacch-HH,aa}$ y $EEFF_{5,aa}$ deben ser específicos de cada país y, en su caso, extraerse de los inventarios nacionales. Si dichos valores no están disponibles, los valores predeterminados se pueden encontrar en la Tabla 11.3 de (IPCC C. B., 2019).

4.3.3 Emisiones de CO₂ del encalado

Agregar cal a los suelos conduce a emisiones de CO₂ a medida que las calces de carbonato se disuelven. Las emisiones se calculan siguiendo la ecuación (4.3.12):

$$CCO_2_{2,ccppmm,aaaaaaacc} = (MM_{aaaaaacccceppaacc} \cdot EEFF_{aaaaaacccceppaacc} + MM_{ppppaappaanaeccc} \cdot EEFF_{ppppaappaanaeccc}) \cdot \frac{44}{12} \quad (4.3.12)$$

Dónde:

- $CCO_2_{2,ccppmm,aaaaaaacc}$ es la emisión de dióxido de carbono de la aplicación de cal ($kg\ año^{-1}$);
- $MM_{aaaaaacccceppaacc}$ y $MM_{ppppaappaanaeccc}$ son la cantidad anual de caliza cálcica ($CaCO_3$) y dolomita ($CaMg(CO_3)_2$) utilizadas ($kg\ año^{-1}$), respectivamente, y **serán** proporcionadas por el facultativo;
- $EEFF_{aaaaaacccceppaacc}$ y $EEFF_{ppppaappaanaeccc}$ son los factores de emisión para las emisiones de CO₂ del encalado (*adimensional*) y **deben** ser proporcionados por el profesional.

Los valores del $EEFF_{aaaaaacccceppaacc}$ y del $EEFF_{ppppaappaanaeccc}$ **deben** ser específicos de cada país (y, por lo tanto, implicar, por ejemplo, la diferenciación de fuentes con composiciones variables de cal) y, posiblemente, recuperarse de los inventarios nacionales. Si tales valores no están disponibles, los valores predeterminados son, respectivamente, 0.12 para la piedra caliza y 0.13 para la dolomita.

4.3.4 Emisiones de CO₂ de la fertilización con urea

La adición de urea a los suelos durante la fertilización conduce a una pérdida de CO₂ que se fijó en el proceso de producción industrial. Las emisiones se calculan siguiendo la ecuación (4.3.13):

$$CCO_2_{2,ccppmm,ppppccaa} = MM_{ppppccaa} \cdot EEFF_{ppppccaa} \cdot \frac{44}{12} \quad (4.3.13)$$

Dónde:

- $CCO_2_{2,ccppmm,ppppccaa}$ es la emisión de dióxido de carbono por la aplicación de urea ($kg\ año^{-1}$);
- $MM_{ppppccaa}$ es la cantidad anual de urea utilizada ($kg\ año^{-1}$) y **debe** ser proporcionada por el profesional;
- $EEFF_{ppppccaa}$ es el factor de emisión para las emisiones de CO₂ de la aplicación de urea (*adimensional*) y **debe** ser proporcionado por el profesional.

El valor del $EEFF_{ppppccaa}$ **debe** ser específico de cada país y, posiblemente, recuperarse de los inventarios nacionales. Si dicho valor no está disponible, el valor predeterminado es 0.20.

4.3.5 Emisiones de dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) y óxido nitroso (N₂O) procedentes de suelos orgánicos drenados (turba)

4.3.5.1 Enfoque de Nivel 1

Las emisiones de gases de efecto invernadero de los suelos de turba drenados **deben** incluirse en el LCI, de acuerdo con (IPCC, 2014) capítulo 2.2.1.1 (CO₂), capítulo 2.2.2.1 (CH₄) y capítulo 2.2.2.2 (N₂O).

Para todas las estimaciones de emisiones de GHG de suelos orgánicos drenados, el cálculo se basa en el factor AA, que para cada combinación cultivo-país se define como la proporción de superficie cultivada en suelos orgánicos y se estima con la ecuación (4.3.14):

$$AA = \frac{\text{aappeeaa ppoo ppppppee iill ppppppllttpee ppll ppppaaiillepp ppppooaallipp FFppiiiiiFF}}{\text{ttppttaaii aappeeaa ppoo ppppppee iill ppppppllttpee}} \quad (4.3.14)$$

Este parámetro **debe** basarse en datos primarios o en encuestas nacionales. Si no están disponibles, se pueden utilizar fuentes de datos secundarias (presentación del Informe del Inventario Nacional específico del país).

Una vez que se determina *A* por cultivo y país, se pueden calcular las emisiones de gases de efecto invernadero. Para las emisiones de CO₂, **se** utilizará la siguiente ecuación:

$$CCO_2,ccppaaa,ppppccaaaaacc = \diamond\diamond AA \cdot EEF_{CCO_2,ppppccaaaaacc} \diamond \frac{44}{12} \quad (4.3.15)$$

Dónde:

- *CCO₂,ccppaaa,ppppccaaaaacc* es la emisión/absorción anual in situ de CO₂ de suelos orgánicos drenados en una categoría de uso de la tierra (*kg año⁻¹*);
- La suma se calcula sobre diferentes dominios climáticos (subíndice c), estados de nutrientes (subíndice n) y clases de drenaje (subíndice d);
- *AAcc,aa,pp* es la proporción de superficie cultivada en suelos orgánicos para el dominio climático c, el estado nutricional n y la clase de drenaje d (ha) y **deberá** ser proporcionada por el profesional;
- *EEFFCO₂,ppppccaaaaacc* (*cc,aa,pp*) es el factor de emisión para suelos orgánicos drenados, para el dominio climático c, estado nutricional n y drenaje clase d (*kg ha⁻¹ año⁻¹*). Esto puede basarse en los valores predeterminados de la Tabla 2.1 de (IPCC, 2014) (Nivel 1). Cuando se disponga de EF específicas por país, **se** utilizarán (nivel 2).

Para las emisiones de CH₄, **se** utilizará la siguiente ecuación:

$$CCH_4,ccppaaa,ppppccaaaaacc = \diamond\diamond AAcc,aa,pp \cdot \diamond(1 - FFppaappppaaecch) \cdot EEF_{CCH_4,ppaaecchcc,dd} + FFppaappppaaecch \cdot EEF_{CCH_4,ppaaecchcc,dd} \diamond \quad (4.3.16)$$

Dónde:

- *CCH₄,ccppaaa,ppppccaaaaacc* es la pérdida anual de CH₄ de suelos orgánicos drenados (*kg año⁻¹*);
- *AAcc,aa,pp* es la proporción de superficie cultivada en suelos orgánicos para el dominio climático c, el estado nutricional n y la clase de drenaje d (ha) y **deberá** ser proporcionada por el profesional;
- *EEFFCCH₄,ppaaecchcc,dd* es el factor de emisión para las emisiones directas de CH₄ de suelos orgánicos drenados, para la zona climática c y el estado nutricional n, y la clase de drenaje d (*kg ha⁻¹ año⁻¹*). Esto se puede basar en los valores predeterminados de la tabla 2.3 de (IPCC, 2014) (Nivel 1). Cuando se disponga de EF específicas por país, se utilizarán (nivel 2).
- *EEFFCCH₄,ppaaecchcc,dd* es el factor de emisión para las emisiones directas de CH₄ de las zanjas de drenaje, para la zona C climática y la clase de drenaje d (*kg ha⁻¹ año⁻¹*). Esto puede basarse en los valores predeterminados de la Tabla 2.4 de (IPCC, 2014) (Nivel 1). Cuando se disponga de EF específicas por país, **se** utilizarán (nivel 2).
- *FFppaappppaaecch* es la fracción del área total de suelo orgánico drenado que está ocupada por zanjas, donde se consideran "zanjas" "cualquier área de canal artificial cortada en la turbera (*adimensional*). El área de la zanja **puede** calcularse como el ancho de las zanjas multiplicado por su longitud total. Cuando las zanjas se cortan verticalmente, el ancho de zanja se puede calcular como la distancia promedio de un banco a otro. Cuando los bancos de zanjas estén inclinados, el ancho de la zanja **debe** calcularse como el ancho promedio de las aguas abiertas más cualquier vegetación saturada. Esto puede basarse en los valores predeterminados de la Tabla 2.4 y la Tabla 2A.1 de (IPCC, 2014) (Nivel 1). Cuando se disponga de EF específicas por país, **se** utilizarán (nivel 2).

Para las emisiones de N_2O , **se** utilizará la siguiente ecuación:

$$NN_2O_{ccppaaa,ppppccaaaaacc} = \frac{AA_{cc,aa,pp}}{cc,aa,pp} \cdot EEF_{SS_2O_0,ppppccaaaaacc} \cdot \frac{44}{28} \quad (4.3.17)$$

Dónde:

- $NN_2O_{ccppaaa,ppppccaaaaacc}$ es la emisión directa total de óxido nitroso procedente de los suelos gestionados ($kg\ año^{-1}$);
- $AA_{cc,aa,pp}$ es la proporción de superficie cultivada en suelos orgánicos para el dominio climático c, el estado nutricional n y la clase de drenaje d (ha), y **deberá** ser proporcionada por el profesional;
- $EEF_{SS_2O_0,ppppccaaaaacc}$ es el factor de emisión para suelos orgánicos drenados, para el dominio climático c, el estado nutricional n y la clase de drenaje d ($kg\ ha^{-1}\ año^{-1}$). Esto puede basarse en los valores predeterminados de la Tabla 2.5 de (IPCC, 2014) (Nivel 1). Cuando se disponga de EF específicas por país, **se** utilizarán (nivel 2).

4.4 Inclusión y tratamiento del cambio directo de uso de la tierra

Todas las emisiones y absorciones de carbono derivadas de los cambios en las reservas de carbono (cambios en el carbono del suelo y cambios en la biomasa superficial y subterránea) como resultado directo del cambio en el uso de la tierra se **modelarán** siguiendo las directrices de modelización de PAS 2050:2011 (BSI 2011) y PAS 2050-1:20 (BSI 2012) para productos hortícolas.

La evaluación del impacto del cambio de uso de la tierra incluirá todos los cambios directos de uso de la tierra que ocurran no más de 20 años, o un solo período de cosecha, antes de realizar la evaluación (lo que sea más largo). Las emisiones y absorciones totales de GHG resultantes del cambio directo del uso de la tierra durante ese período se incluirán en la cuantificación de las emisiones de GHG de los productos derivados de estas tierras sobre la base de una asignación igual a cada año del período. PAS 2050:2011 (BSI 2011)

Al calcular las emisiones de GHG resultantes del cambio directo del uso de la tierra, se seguirá la siguiente jerarquía:

- 1) Cuando se conozcan las tierras y el país de producción anteriores, las emisiones y absorciones de GHG que se produzcan como resultado del cambio directo del uso de la tierra (dLUC) en un período de 20 años se evaluarán de conformidad con las secciones pertinentes de las Directrices del IPCC para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero (V4, Ch 02, Ch 04, Ch 06, Ch 07), considerando el uso apropiado de la tierra y el tipo de clima.
- 2) Para los cultivos forrajeros herbáceos o perennes, cuando se desconoce el uso anterior de la tierra, el profesional **se** referirá a PAS 2050-1: 2012 (BSI, 2012).

En PAS 2050-1: 2012 (BSI, 2012) el procedimiento para calcular las emisiones se calcula derivando un promedio ponderado por país de transformación de las categorías de uso de la tierra en el país a tierras de cultivo perennes o anuales.

La tasa de expansión y contracción de bosques y pastizales por país dentro de los 20 años se basa en datos de la FAO (FAO, 2021) considerando un promedio de 3 años.

La expansión y contracción de cultivos específicos se basa en el cambio de área cosechada por la FAO en 20 años, considerando un promedio de 3 años.

Para cada cultivo se evalúa la proporción de expansión en relación con el área total de cultivo (ha expandido/ha cultivo). Esta proporción está asociada a una transformación específica de la tierra, basada en el promedio ponderado de la transformación de la tierra en un país en hectáreas a expensas de los bosques, pastizales, cultivos perennes y cultivos anuales que se calculan.

Las emisiones se **calcularán** posteriormente siguiendo las orientaciones de las secciones pertinentes de las Directrices del IPCC para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero y se incluirán en la CFP. Un ejemplo de este cálculo se proporciona en el Anexo B de PAS 2050-1: 2012 (BSI, 2012).

- 3) En el caso de los pastos en los que se conozca el país de producción, pero no se conozca el uso anterior de la tierra o no pueda demostrarse que no se produjo ningún cambio en el uso de la tierra, las emisiones de GHG derivadas del cambio de uso de la tierra **serán** la estimación de las emisiones medias de los pastizales de cambio de uso de la tierra en ese país.

Las emisiones y absorciones netas de GHG del dLUC se documentarán por separado en el informe del estudio de la CFP.

Si el profesional puede probar y documentar que el cambio de uso de la tierra se produjo más de 20 años antes del año de evaluación, no **se** incluirán en la CFP las emisiones derivadas del cambio directo del uso de la tierra (dLUC).

5. Informes

5.1 Resultados

Una vez que se haya completado la recopilación de datos para todas las etapas del ciclo de vida y se haya asignado adecuadamente, el profesional **cuantificará** los resultados totales del inventario de emisiones totales por tipo de GHG y equivalentes de CO₂ para la UR elegida.

Para calcular el equivalente de CO₂, el profesional **calculará** los resultados utilizando el horizonte temporal de 100 años del GWP del informe del IPCC publicado más recientemente (por ejemplo, IPCC, 2021). El profesional **puede** optar por calcular los resultados utilizando GWP-100 teniendo en cuenta los factores de otro informe de evaluación, estos **se informarán** por separado.

Los equivalentes de CO₂ debidos al dLUC se comunicarán siempre por separado.

Además de los resultados totales, el profesional **desglosará** los resultados por etapa del ciclo de vida, como mínimo: producción de piensos, explotación animal, sacrificio. Puede utilizarse un análisis de contribución más detallado **para** obtener una mejor comprensión de los principales impulsores de la CFP del sistema en estudio. La granularidad de este análisis **puede** ser elegida por el profesional en alineación con el objetivo y el alcance del estudio.

Esta directriz proporciona un enfoque predeterminado para la asignación en varios casos de multifuncionalidad. Los profesionales que deseen implementar un enfoque alternativo **pueden** hacerlo. Los datos subyacentes y la metodología aplicados para cualquier enfoque alternativo **se documentarán** y comunicarán cuidadosamente. Los resultados de las emisiones de GHG y equivalentes de CO₂ obtenidos siguiendo un enfoque alternativo se comunicarán por separado.

5.2 Requisitos de presentación de informes

El informe de los estudios que siguen esta guía depende del profesional y del objetivo y alcance del análisis.

Como mínimo, el profesional **integrará** los siguientes elementos en el informe de la CFP:

1. Información general:
 - Descripción del sistema
 - Contacto del comisionado del estudio y del profesional
 - Referencia a la versión de la directriz GRSB utilizada
2. Objetivo y alcance:
 - Ubicación o ámbito geográfico
 - Año de referencia
 - Flujo de referencia
 - Diagrama del sistema de los procesos incluidos en el ciclo de vida

3. Inventario:

- Todas las decisiones relativas a la recopilación de datos y las hipótesis formuladas en la modelización **se** documentarán de manera que un profesional independiente pueda reproducir los resultados.
- Todas las fuentes de datos **deberán** estar debidamente documentadas.
- El profesional también **indicará** las bases de datos utilizadas como base para la modelización, y con qué punto de datos están relacionadas.
- La calidad de los datos **será evaluada** por el profesional al menos de manera cualitativa. Esto **deberá** considerar:
 - Representatividad: Evaluación cualitativa del grado en que los datos recopilados reflejan el alcance del sistema (es decir, cobertura geográfica, periodo de tiempo y cobertura tecnológica)
 - Consistencia: Evaluación cualitativa de si la metodología del estudio se aplica de manera uniforme y consistente con las instrucciones establecidas en esta guía.

4. Resultados

- Informe de resultados absolutos en CO₂ equivalente para el flujo de referencia elegido (incluso por separado para dLUC y suelos orgánicos)
- Informe de resultados absolutos por GHG como: Dióxido de carbono (kgCO₂), Dióxido de carbono (kgCO₂) de dLUC, Dióxido de carbono (kg CO₂) del suelo orgánico, Fósil de metano (kgCH₄), Metano biogénico (kgCH₄), Óxido nitroso (kgN₂O), Otros (como kgCO₂eq)
- Análisis de la contribución: Desglose de los resultados por etapa del ciclo de vida
- Resultados adicionales/sensibilidad: Los cálculos realizados siguiendo un enfoque distinto del incumplimiento **se notificarán** adicionalmente como parte de, por ejemplo, una evaluación de sensibilidad. Se justificará y documentará cualquier enfoque alternativo aplicado y se **comunicará** esta desviación del enfoque por defecto de la presente orientación.

5.3 Requisitos de revisión

Un proceso de revisión crítica por parte de un revisor independiente es un paso opcional. Se recomienda en los casos en que los resultados deben comunicarse a una audiencia externa.

El proceso de revisión crítica **garantizará** que:

- La recopilación de datos de inventario y los métodos implementados en el estudio se alinean con esta directriz de GRSB;
- Los métodos utilizados para compilar el inventario son científica y técnicamente válidos;
- El inventario es transparente y coherente;
- Los datos utilizados son apropiados y razonables para la presentación de informes públicos.

Los profesionales **pueden** optar por llevar a cabo una revisión crítica por un solo experto independiente (interno o externo) o un panel de revisión (mínimo 3 miembros). Después de un proceso de revisión crítica, **se emitirá** una declaración de revisión que garantice que el estudio se realizó de conformidad con esta directriz y que las suposiciones, limitaciones y resultados son razonables para la presentación de informes públicos.

Dependiendo del objetivo del estudio, los profesionales **pueden** requerir adicionalmente un proceso de revisión específico para garantizar la alineación con ISO 14040/44. En este caso, el profesional **debe** consultar la orientación específica de ISO 14040 (sección 7) e ISO 14044 (sección 6) y los requisitos adicionales en ISO/TS 14071 (ISO, 2014).

En este caso, hay varias opciones sobre cómo realizar una revisión crítica para un estudio determinado, incluidas las siguientes:

a) La revisión se realiza sobre la base de la revisión de expertos (véase ISO 14044:2006, 6.2) o la revisión de panel (véase ISO 14044:2006, 6.3);

b) La revisión se realiza simultáneamente o al final del estudio;

- c) La revisión incluye o excluye una evaluación del modelo de inventario del ciclo de vida (LCI);
- d) La revisión incluye o excluye una evaluación de conjuntos de datos individuales.

El proceso de revisión crítica definirá y documentará claramente qué opciones se han cubierto.

6. Referencias

- BSI. (2011). PAS 2050: 2011 - Specification for the assessment of the life cycle greenhouse gas emissions of goods and services. BSI.
- BSI. (2012). PAS 2050-1: 2012 Assessment of life cycle greenhouse gas emissions from horticultural products. BSI.
- European Commission. (2020). *PEFCR Feed for food-producing animals* (Vol. 2020). Retrieved from https://ec.europa.eu/environment/eussd/smgp/pdf/PEFCR_Feed_Feb_2020.pdf
- FAO. (2021). FAOSTAT. Retrieved January 12, 2021, from <https://www.fao.org/faostat/en/>
- FAO LEAP. (2015). *Environmental performance of animal feeds supply chains - Guidelines for assessment*. Retrieved from <http://www.fao.org/partnerships/leap/resources/resources/en/>
- FAO LEAP. (2016). *Environmental Performance of Large Ruminant Supply Chains : Guidelines for quantification*.
- International Dairy Federation. (2015). *A common Carbon footprint approach for the dairy sector: the IDF guide to standard life cycle assessment methodology*. Bulletin of the International Dairy Federation. [https://doi.org/10.1016/S0958-6946\(97\)88755-9](https://doi.org/10.1016/S0958-6946(97)88755-9)
- IPCC. (2014). *2013 Supplement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Wetlands*.
- IPCC. (2019a). *2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. (E. Calvo Buendia, K. Tanabe, A. Kranjc, J. Baasansuren, M. Fukuda, S. Ngarize, ... S. Federici, Eds.). IPCC: Switzerland.
- IPCC. (2019b). *Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Mapping tables* (Vol. 4, Annex 1). Retrieved from <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2019rf/index.html>
- IPCC. (2021). *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*.
- ISO. (2006a). *ISO 14040 Environmental management — Life cycle assessment — Principles and framework*.
- ISO. (2006b). *ISO 14044 - Environmental management — Life cycle assessment — Requirements and guidelines*. ISO.
- ISO. (2013). *ISO 14067 Greenhouse gases -- Carbon footprint of products -- Requirements and guidelines for quantification and communication*.
- ISO. (2014). *ISO 14071 - Environmental management — Life cycle assessment — Critical review processes and reviewer competencies* (Vol. 2014).
- ISO. (2018). *14067: 2018 Greenhouse Gases—Carbon Footprint of Products—Requirements and Guidelines for Quantification*. International Organization for Standardization: Geneva, Switzerland.
- WBCSD, & WRI. (2011). *Greenhouse Gas Protocol - Product Life Cycle Accounting and Reporting Standard*. Retrieved from http://www.ghgprotocol.org/files/ghgp/public/Product-Life-Cycle-Accounting-Reporting-Standard-EReader_041613.pdf
- Zampori, L., & Pant, R. (2019). *Suggestions for updating the Product Environmental Footprint (PEF) method*.

Apéndice I

Como complemento a la directriz de huella de carbono, se asesora al profesional que realiza un estudio para un país de la cadena de suministro. El Apéndice I.I proporciona sugerencias para el profesional que realiza una evaluación del país, mientras que el Apéndice I.II analiza las consideraciones para las evaluaciones en la cadena de suministro.

Apéndice I.I Huella de carbono a nivel nacional

Los profesionales que realizan una huella de carbono para un país (en lugar de directamente para granjas específicas de ganado de carne), pueden encontrar dificultades para determinar el mejor curso de acción para realizar dicha evaluación.

El árbol de decisión en la Figura A-1 ayuda al profesional a determinar la mejor manera de proceder con la evaluación.

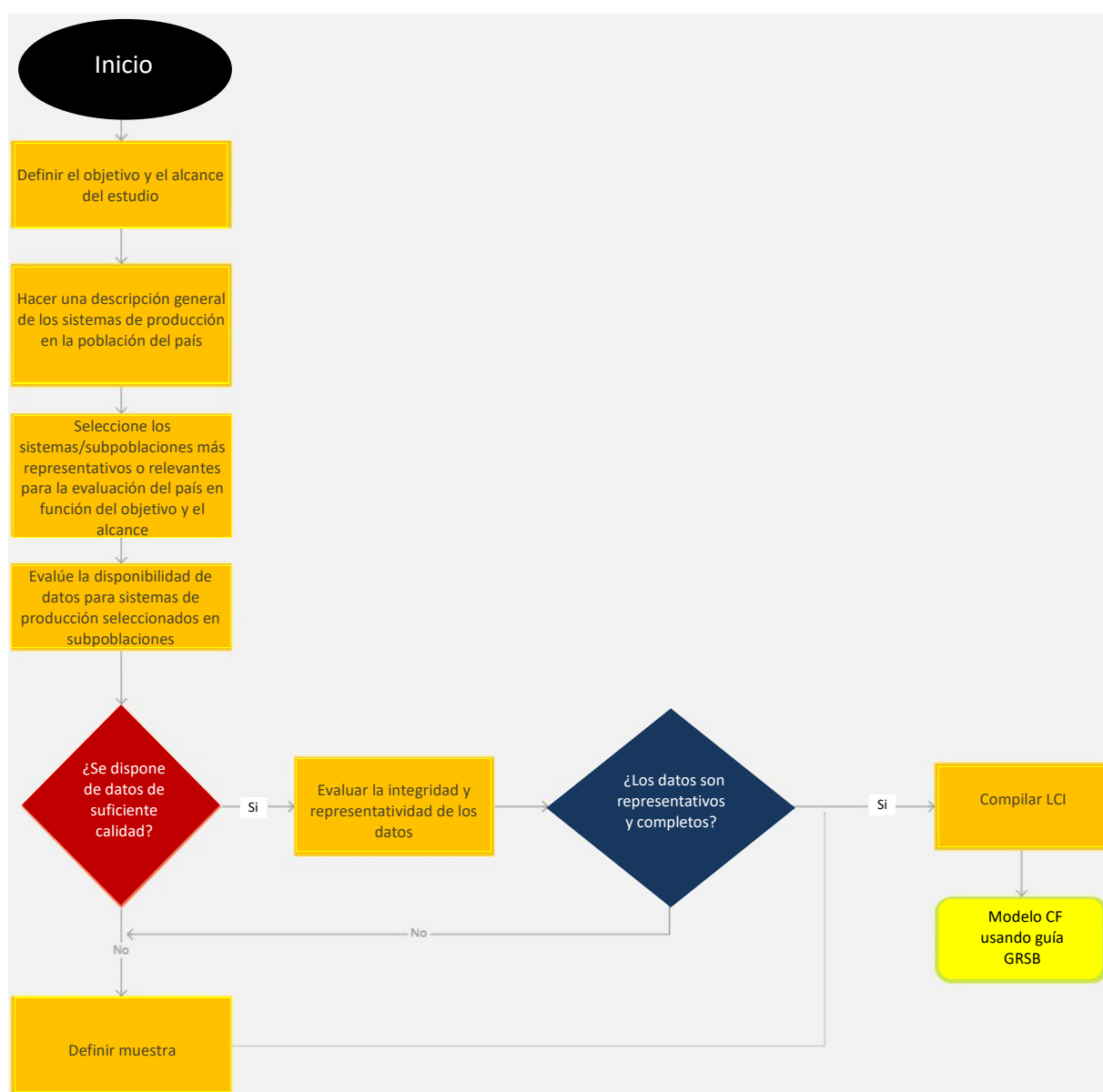


Figura A- 1 Árbol de decisión para el desarrollo de una evaluación de país utilizando las directrices de GRSB para la huella de carbono.

a. Panorama general de la población nacional de producción de ganado vacuno

El primer paso para realizar cualquier LCA o huella de carbono es definir el objetivo y el alcance del estudio. Esto se explica en detalle en la sección 2.1 de esta guía. Las evaluaciones de GHG para el ganado vacuno de carne a nivel nacional pueden tener múltiples propósitos, como informar el rendimiento de GEI para la comunicación externa (de marketing), monitorear el progreso en el desempeño de GEI (a menudo iniciado por asociaciones industriales independientes de la cooperación con los gobiernos nacionales) o identificar posibles opciones de mejora relacionadas con los sistemas y tecnologías de gestión. Estos objetivos determinan el tipo de sistema que necesita ser modelado y los datos necesarios para ello. Por ejemplo, si el resultado del estudio es la notificación de los resultados nacionales, el sistema debería considerar los sistemas de producción más representativos para la producción nacional de ganado vacuno, pero si el objetivo del estudio era comparar mejoras o innovaciones específicas introducidas en la práctica nacional para el ganado vacuno, entonces el sistema que se modelaría debería incluir las explotaciones que apliquen dicha innovación. y la producción nacional representativa es menos relevante para la evaluación.

Teniendo en cuenta el objetivo y el alcance del estudio, el profesional debe comenzar la evaluación haciendo una descripción completa de la población de ganado de carne en un país para el tiempo, el límite del sistema y el objetivo definido.

El profesional deberá realizar un mapeo exhaustivo de la población del país:

- ¿Qué tipos de (sub) sistemas de producción están presentes en la nación/cadena de suministro?
- ¿Cuál es la proporción de la producción de los sistemas de producción en la producción nacional total/cadena de suministro (peso vivo o peso en canal)?
- ¿Cuáles son los flujos de animales entre los sistemas de producción?
- Identificar las actividades de producción comunes y las características de producción más específicas de los sistemas presentes, como orgánico, conservación de la naturaleza, bienestar, gestión del estiércol, otros criterios de producción
- ¿Cuáles son las rutas de producción típicas para una mayor cuantificación en relación con el objetivo del estudio?

El profesional puede, por ejemplo, hacer un diagrama de flujo que incluya las ideas de esta visión general.

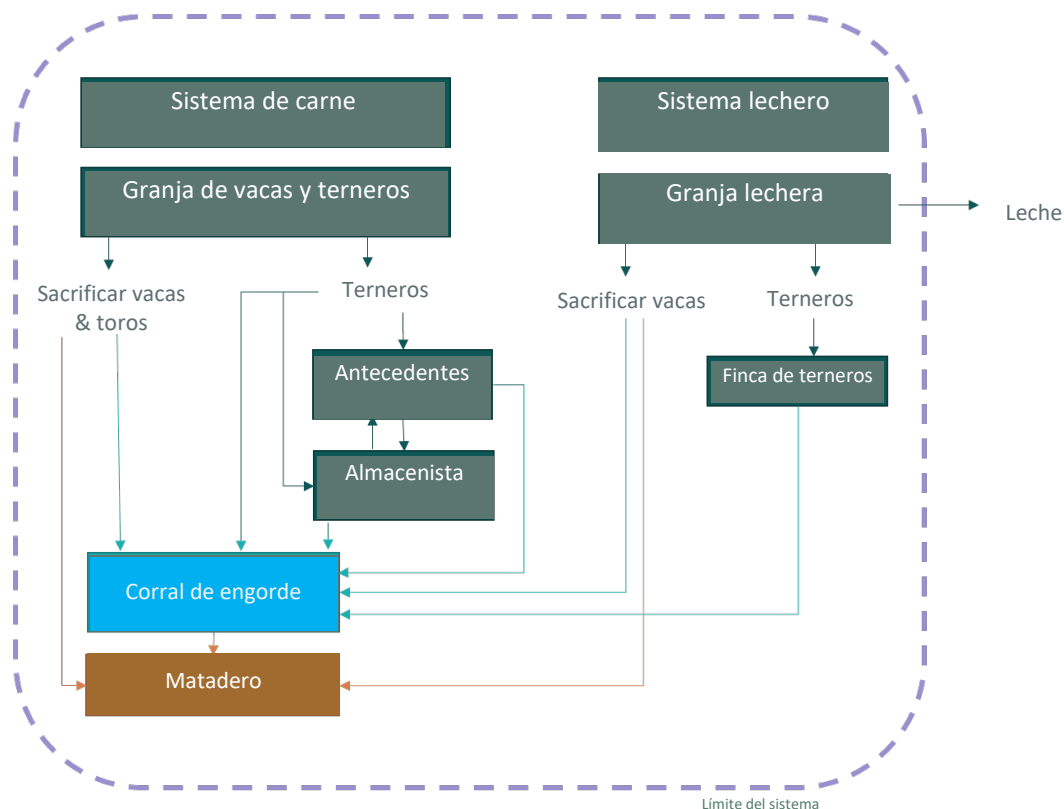


Figura A- 2 Ejemplo de diagrama de sistemas de producción de ganado vacuno común en la población de un país

Para obtener una representación más precisa del sistema nacional, el profesional puede agrupar los diferentes sistemas de producción de ganado de carne en subpoblaciones apropiadas. Esto ayuda a refinar la población del país para una evaluación más representativa a nivel nacional. P. ej. no solo definiendo las operaciones vaca-ternero, sino también las operaciones vaca-ternero dentro de un cierto rango de tamaño y utilizando un sistema específico de gestión de estiércol, todo agrupado.

Esta sub-agregación puede basarse en varios aspectos, como el tipo de operación, (por ejemplo, vaca-ternero, fondo, lote de alimentación), tamaño de la operación (por ejemplo, número de cabezas de ganado), actividades de alimentación (por ejemplo, principalmente pastoreo o piensos compuestos). Esta sub-agregación debe ser definida por el profesional teniendo en cuenta el objetivo y el alcance del estudio y teniendo en cuenta los atributos relevantes que impulsan la huella de carbono de las actividades de ganado de carne; P. ej. Los sistemas de sub-agregación basados en los ingresos económicos pueden no ser tan relevantes como la clasificación por tipo de gestión del estiércol.

Una buena regla general para definir las subpoblaciones relevantes dentro de un país es observar las categorías relevantes definidas en el país para su informe del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero de la gestión del ganado y el estiércol (<https://unfccc.int/ghg-inventories-annex-i-parties/2021>).

La definición de los sistemas de producción de ganado de carne en el país y sus subpoblaciones puede ser un proceso iterativo. El profesional siempre puede volver a redefinir el sistema del país después de obtener información de una evaluación de detección inicial. De hecho, se recomienda comenzar con una alta sobreestimación de los sistemas comunes de producción de ganado vacuno en la población del país y refinar la clasificación del sistema en subpoblaciones después de obtener información de una primera evaluación rápida.

Una vez que se haya mapeado la población nacional de producción de ganado vacuno, el profesional decidirá qué subpoblaciones se incluirán en la evaluación nacional para cumplir con el objetivo y el alcance del estudio.

La selección de las subpoblaciones que se incluirán en el análisis puede depender de una serie de factores, tales como: priorizar la inclusión de subpoblaciones en función de su importancia estimada para las emisiones de GHG, el número de granjas que pertenecen a esa subpoblación, el tamaño de la subpoblación n (cabezas año⁻¹), su distribución geográfica y objetivo y alcance del estudio (por ejemplo, alcance temporal o límite del sistema y propósito de la evaluación).

A menudo, es necesario llegar a compromisos en la selección de subpoblaciones en el alcance, por ejemplo, la selección de subpoblaciones con el mayor número de explotaciones o con las explotaciones más productivas (en peso vivo masivo) en una evaluación nacional, puede conducir a una representación geográfica insuficiente si los sistemas de producción más comunes o las explotaciones más productivas se concentran en una región específica. Estos compromisos deben documentarse, y el profesional puede optar por evaluar sus implicaciones en una evaluación de sensibilidad dependiendo del objetivo y el alcance del estudio.

El profesional debe hacer un plan de selección que documente el proceso de selección y el razonamiento para la inclusión o exclusión de subpoblaciones que contengan ciertos sistemas de producción en la evaluación de GHG.

b. Recopilación y examen de las fuentes de datos disponibles

Una vez seleccionados los sistemas de producción que se incluirán en la evaluación, el profesional debe identificar si hay fuentes de datos de calidad suficiente disponibles para realizar el modelado de GHG, y cuáles son.

En muchos casos, los datos ya estarán disponibles para el profesional. Las fuentes potenciales pueden ser:

1. Publicaciones o censos de institutos nacionales,
2. Estadísticas de organizaciones sectoriales
3. Encuestas sectoriales
4. Entrevistas con expertos nacionales
5. Etc.

El profesional debe mirar primero la información que está a mano, ya que a menudo el muestreo y la recopilación de datos han sido realizados por otras agencias nacionales o partes de la industria.

Al compilar fuentes de datos, el profesional debe ser crítico para evaluar si la fuente de datos es confiable, verificada y si representa correctamente los subgrupos y parámetros relevantes definidos en la población del país.

Por ejemplo, los datos disponibles recopilados sobre la base de criterios económicos pueden no reflejar plenamente todas las tecnologías de gestión del estiércol en su alcance, lo que puede ser un factor importante para las emisiones de GHG. Una combinación de diferentes fuentes a menudo será la mejor solución para representar su sistema.

Se pueden utilizar las siguientes fuentes de datos para completar los requisitos de LCI de GEI de GRSB (todas las fuentes deben estar documentadas):

1. Cuantificación de la información sobre el flujo y las existencias de ganado vacuno y animal a partir de las fuentes de datos disponibles
 - a. Parámetros: Ver sección 3.2.1.1 de la metodología.
Número de animales, Crecimiento, Mortalidad, Fertilidad, Transacciones
 - b. Búsqueda en las fuentes de datos disponibles:
 - i. Estadísticas del rebaño
 - ii. Estadísticas de uso del suelo
 - iii. Estadísticas de sacrificio
 - iv. Datos de la industria
 - v. Evaluaciones de GHG disponibles de la producción de carne de vacuno (literatura, publicaciones de la industria/sector)
 - vi. Evaluaciones de GHG disponibles de la producción lechera
 - vii. Otras evaluaciones del desempeño (literatura, publicaciones de la industria/sector)
 - viii. Dictamen pericial

Los datos obtenidos proporcionarán flujos y existencias cuantificados para los sistemas en el ámbito de aplicación de conformidad con los datos de actividad exigidos en la sección 3.2.1.1.

2. Recopilación de datos sobre la ingesta de alimento a partir de fuentes de datos disponibles
 - a. Parámetros: Ver sección 3.2.1.2 de la metodología
 - i. Ingesta de alimento en GE/NE y masa de hierba consumida, ensilaje, forraje, alimentos húmedos y alimentos secos
 - b. Búsqueda en las fuentes de datos disponibles:
 - i. Pastoreo: metodología nacional, estadísticas y herramientas sobre la ingesta de transgénicos y datos sobre pastos/forraje NPP
 - ii. Explotación y cultivo de carne de vacuno: Estadísticas sobre los insumos de piensos por tipo de animal
 - iii. Evaluaciones de GHG de granjas de carne en literatura y publicaciones
 - iv. Otras evaluaciones de explotaciones de carne de vacuno

Las fuentes de datos recogidas proporcionarán datos cuantitativos sobre las raciones por tipo de producción pertinente.

3. Recopilación de datos sobre la producción de piensos a partir de fuentes de datos disponibles
 - a. Parámetros: Ver metodología sección 3.2.3 y 3.3.1
 - i. Cultivo de cultivos forrajeros y gestión de pastizales en granjas de carne de vacuno
 - ii. Cultivo de otros cultivos forrajeros y materias primas para piensos en el ámbito de aplicación del país
 - iii. Materias primas para piensos importadas
 - b. Búsqueda en las fuentes de datos disponibles:
 - i. Pastoreo (herramientas del país y datos sobre la central nuclear de energía de pastos)
 - ii. Estadísticas de explotaciones y cultivos de carne de vacuno sobre insumos y productos
 - iii. Evaluaciones de GHG en granjas y cultivos
 - iv. Otras evaluaciones de explotaciones agrícolas y de cultivos

Las fuentes proporcionarán datos suficientes sobre las actividades relacionadas con la producción de piensos dentro y fuera de la explotación.

Si todos los datos están disponibles, el profesional puede comenzar con el modelado siguiendo las especificaciones proporcionadas en la metodología de huella de carbono GRSB.

Si las fuentes de datos disponibles no son suficientes para completar el inventario parcial o totalmente, es posible que el profesional necesite recopilar datos para los sistemas de producción definidos.

La recopilación de datos puede hacerse involucrando directamente a todas las granjas de una población o, cuando no sea factible, mediante muestreo. El muestreo se discute en c.

C. Muestreo

El muestreo puede ser necesario cuando no hay suficiente información disponible para que los profesionales completen la evaluación (parcialmente) o cuando el profesional necesita definir completamente una población donde no hay datos disponibles (completamente).

¿Cómo determinar una muestra representativa de una determinada población?

A nivel de país, diferentes métodos de muestreo pueden estar disponibles o recomendados para el censo nacional. El profesional puede seguir estos enfoques siempre que estén debidamente documentados, las sugerencias de diferentes métodos estén disponibles en las Series de Desarrollo Estadístico de la FAO como se describe en el Anexo 2A.2 V1 Ch 02. (IPCC 2006 y 2019. IPCC, 2019b).

A continuación, se describe un enfoque de muestreo simple sugerido en la metodología PEFCR (Zampori & Pant, 2019).

Siguiendo lo descrito en las orientaciones de PEFCR, la selección de una muestra representativa implica cuatro pasos principales:

1. Es necesario definir la población. Al llevar a cabo una evaluación nacional, la población está constituida por todos los productores de un determinado país.
2. La población debe subdividirse en subpoblaciones homogéneas. La subdivisión debe tener en cuenta al menos tres aspectos principales:
 - a. Distribución geográfica de los sitios de producción.
 - b. Tecnologías y prácticas agrícolas involucradas.
 - c. Capacidad de producción de los sitios.

Como consecuencia, el número total de subpoblaciones viene dado por el producto del número de áreas geográficas, tecnologías y capacidades de producción, respectivamente y las subpoblaciones definidas por el profesional al mapear el sistema de ganado de carne del país.

3. Para cada subpoblación, es necesario definir submuestras. Para seleccionar una muestra representativa de cierta subpoblación, se pueden adoptar dos enfoques diferentes:
 - a. La producción acumulada de los productores de la muestra debe representar al menos el 50% de la producción total de la subpoblación.
 - b. El número de productores en la muestra debe ser igual a la raíz cuadrada del número total de productores en la subpoblación.
4. La muestra representativa de la población global está constituida por la combinación de todas las muestras definidas para cada subpoblación.

Ejemplo (adaptado de las orientaciones de PEFCR):

Es necesario realizar una evaluación nacional en el país X. 400 productores de carne de vacuno están distribuidos por todo el país, se utilizan dos técnicas de cultivo diferentes (técnica A y B, respectivamente) y el tamaño de la granja varía en un cierto rango: en particular, el tamaño de la granja en tres clases: Inferior a 500 cabezas año⁻¹ (clase A), entre 500 y 850 cabezas año⁻¹ (clase B) y superior a 850 kg cabeza año⁻¹ (clase C). De acuerdo con el procedimiento descrito anteriormente, se puede suponer que:

1. Todos los agricultores están ubicados en un país, por lo tanto, solo hay una zona geográfica a la que pertenecen los productores;
2. Existen dos técnicas de cultivo;

3. Existen tres capacidades de producción;

por lo tanto, podemos identificar seis subpoblaciones en las poblaciones generales, que se resumen en la Tabla 12.

Tabla 12. Subdivisión de los productores de leche en el país X. Los valores de la última columna se calculan siguiendo el punto 3-b del procedimiento descrito anteriormente.

Subpoblación	País	Tecnología	Capacidad	Número total de productores	Número de productores en la submuestra
1	X	Técnica A	Clase A	80	9
2	X	Técnica A	Clase B	100	10
3	X	Técnica A	Clase C	10	3
4	X	Técnica B	Clase A	75	9
5	X	Técnica B	Clase B	45	7
6	X	Técnica B	Clase C	90	9

Siguiendo el segundo enfoque para la definición de las submuestras (ítem 3-b del procedimiento anterior), el número de productores en la submuestra de cada subpoblación puede determinarse calculando la raíz cuadrada del número total de productores en la subpoblación. Los valores se muestran en la última columna de la Tabla 12. Finalmente, se puede determinar una muestra representativa de la población general como la combinación de todas las submuestras definidas. La muestra está constituida por 47 productores bovinos de carne, de un total de 400 productores de todo el país.

Una vez definidos los elementos de la subpoblación que se muestrearán, el profesional recopilará datos para estos, siguiendo la orientación de la sección 3 de modelos de inventario de directrices del GRSB.

En caso de que la respuesta de los datos sea limitada dentro de la muestra definida, el profesional debe documentar estas limitaciones y los datos de muestreo pueden refinarse con el tiempo.

Después de que se realiza la recopilación de datos de las muestras definidas, el profesional puede comenzar con el modelado siguiendo las especificaciones proporcionadas en la metodología de huella de carbono GRSB.

Apéndice I.II Consideraciones para la cadena de suministro

El Apéndice I.II ofrece orientación sobre cómo comenzar una evaluación de la huella de carbono a nivel nacional. A nivel de la cadena de suministro (por ejemplo, la realización de una huella de carbono de un integrador de carne y ganado) las evaluaciones se pueden realizar de manera similar a nivel de país, pero con algunas consideraciones.

La principal superposición entre una evaluación a nivel de país y de cadena de suministro es la visión general de la población. Comprender cuáles son los sistemas de producción que integran la cadena de suministro y evaluar cómo y si pueden agregarse en subpoblaciones para su análisis en alineación con el objetivo y el alcance, debe realizarse específicamente para la cadena de suministro como se recomienda para el nivel nacional en el Apéndice I.I.

Es probable que las fuentes de datos disponibles a nivel nacional no representen correctamente la cadena de suministro específica. Se estima que, en la mayoría de los casos, a nivel de la cadena de suministro, el profesional tendrá que construir el LCI del estudio mediante la recopilación de datos directamente de todas las granjas en las subpoblaciones relevantes definidas para el estudio, o realizar el muestreo siguiendo las recomendaciones del Apéndice I.Ic.

Después de que se realiza la recopilación de datos de las muestras definidas, el profesional puede comenzar con el modelado siguiendo las especificaciones proporcionadas en la metodología de huella de carbono GRSB.



MESA REDONDA MUNDIAL PARA® CARNE DE VACUNO SOSTENIBLE

Hecho posible gracias al apoyo financiero de:



DSM
BRIGHT SCIENCE. BRIGHTER LIVING.