



Ganadería de Montaña
EUSKADI
Proyecto ABERE



Autores, por orden alfabético:

**Miquel Andón, Assumpció Antón, Ariadna Bàllega, Erica
Montemayor, Marta Ruiz**

17 Junio 2022

Índice

Resumen ejecutivo	5
Glosario.....	7
1. Introducción.....	9
2. Objetivo y alcance	10
3. Inventarios.....	17
3.1. Inventario Explotación 1 – Vacuno de carne 1	17
3.2. Inventario Explotación 2 – Vacuno de carne 2	19
3.3. Inventario Explotación 3 – Vacuno de carne 3	21
3.4. Inventario Explotación 4 – Vacuno de leche 1	23
3.5. Inventario Explotación 5 – Vacuno de leche 2	24
3.6. Inventario Explotación 6 – Vacuno de leche 3	26
3.7. Inventario Explotación 7 – Ovino de leche 1.....	27
3.8. Inventario Explotación 8 – Ovino de leche 2.....	29
3.9. Inventario Explotación 9 – Ovino de leche 3.....	30
3.10. Calidad de los datos	32
4. Análisis del impacto	33
5. Interpretación	42
6. Referencias	45
ANEXO A. Indicador Biodiversidad	51

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. VALORES DE LOS FACTORES DE EMISIÓN PARA LAS PROVINCIAS DE ARABA Y GIPUZKOA DE LA FERMENTACIÓN ENTÉRICA PARA CADA UNA DE LAS DIFERENTES CATEGORÍAS PRODUCTIVAS DE VACUNO DE CARNE, VACUNO DE LECHE Y OVINO DE LECHE (MAPA, 2017)	13
TABLA 2. VALORES DE EXCRECIÓN PARA LAS PROVINCIAS DE ARABA Y GIPUZKOA DE VOLÁTILES SÓLIDOS (VS) Y DE NITRÓGENO (N_{TOTAL} Y N_{ORINA}) PARA CADA UNA DE LAS DIFERENTES CATEGORÍAS PRODUCTIVAS DE VACUNO DE CARNE, VACUNO DE LECHE Y OVINO DE LECHE (MAPA, 2017).....	14
TABLA 3. CATEGORÍAS DE IMPACTO Y UNIDADES EQUIVALENTES (EC, 2017).....	16
TABLA 4. INVENTARIO DE LA EXPLOTACIÓN 1 (VACUNO DE CARNE) LOCALIZADA EN ARABA.	17
TABLA 5. EDAD Y PESO DE LAS CATEGORÍAS PRODUCTIVAS DE LA EXPLOTACIÓN 1 (VACUNO DE CARNE) LOCALIZADA EN ARABA.....	19
TABLA 6. INVENTARIO DE LA EXPLOTACIÓN 2 (VACUNO DE CARNE) LOCALIZADA EN ARABA.	19
TABLA 7. EDAD Y PESO DE LAS CATEGORÍAS PRODUCTIVAS DE LA EXPLOTACIÓN 2 (VACUNO DE CARNE) LOCALIZADA EN ARABA.....	20
TABLA 8. INVENTARIO DE LA EXPLOTACIÓN 3 (VACUNO DE CARNE) LOCALIZADA EN ARABA.	21
TABLA 9. EDAD Y PESO DE LAS CATEGORÍAS PRODUCTIVAS DE LA EXPLOTACIÓN 3 (VACUNO DE CARNE) LOCALIZADA EN ARABA.....	22
TABLA 10. INVENTARIO DE LA EXPLOTACIÓN 4 (VACUNO DE LECHE) LOCALIZADA EN ARABA.	23
TABLA 11. EDAD Y PESO DE LAS CATEGORÍAS PRODUCTIVAS DE LA EXPLOTACIÓN 4 (VACUNO DE LECHE) LOCALIZADA EN ARABA.....	24
TABLA 12. INVENTARIO DE LA EXPLOTACIÓN 5 (VACUNO DE LECHE) LOCALIZADA EN ARABA.	24
TABLA 13. EDAD Y PESO DE LAS CATEGORÍAS PRODUCTIVAS DE LA EXPLOTACIÓN 5 (VACUNO DE LECHE) LOCALIZADA EN ARABA.....	25
TABLA 14. INVENTARIO DE LA EXPLOTACIÓN 6 (VACUNO DE LECHE) LOCALIZADA EN ARABA.	26
TABLA 15. EDAD Y PESO DE LAS CATEGORÍAS PRODUCTIVAS DE LA EXPLOTACIÓN 6 (VACUNO DE LECHE) LOCALIZADA EN ARABA.....	27
TABLA 16. INVENTARIO DE LA EXPLOTACIÓN 7 (OVINO DE LECHE) LOCALIZADA EN GIPUZKOA.	27
TABLA 17. EDAD Y PESO DE LAS CATEGORÍAS PRODUCTIVAS DE LA EXPLOTACIÓN 7 (OVINO DE LECHE) LOCALIZADA EN GIPUZKOA.	28
TABLA 18. INVENTARIO DE LA EXPLOTACIÓN 8 (OVINO DE LECHE) LOCALIZADA EN GIPUZKOA.	29
TABLA 19. EDAD Y PESO DE LAS CATEGORÍAS PRODUCTIVAS DE LA EXPLOTACIÓN 8 (OVINO DE LECHE) LOCALIZADA EN GIPUZKOA.	30
TABLA 20. INVENTARIO DE LA EXPLOTACIÓN 9 (OVINO DE LECHE) LOCALIZADA EN GIPUZKOA.	30
TABLA 21. EDAD Y PESO DE LAS CATEGORÍAS PRODUCTIVAS DE LA EXPLOTACIÓN 9 (OVINO DE LECHE) LOCALIZADA EN GIPUZKOA.	31
TABLA 22. RESULTADOS DE LAS EMISIONES DE LAS 9 EXPLOTACIONES ANALIZADAS EN EL PRESENTE ESTUDIO CON RESPECTO A LA FERMENTACIÓN ENTÉRICA, EL PASTOREO Y LA GESTIÓN DE LAS DEYECCIONES GANADERAS.	32
TABLA 23. RATIO DE CALIDAD DE LOS DATOS. Q: PROMEDIO; TE: REPRESENTATIVIDAD TECNOLÓGICA; G: REPRESENTATIVIDAD GEOGRÁFICA; TI REPRESENTATIVIDAD TEMPORAL; P: PRECISIÓN/INCERTIDUMBRE.	32
TABLA 24. RESULTADOS CARACTERIZADOS PARA LAS DIFERENTES CATEGORÍAS DE IMPACTO CORRESPONDIENTES A LAS 3 EXPLOTACIONES DE VACUNO DE CARNE.....	33
TABLA 25. RESULTADOS CARACTERIZADOS PARA LAS DIFERENTES CATEGORÍAS DE IMPACTO CORRESPONDIENTES A LAS 3 EXPLOTACIONES DE VACUNO DE LECHE.....	34
TABLA 26. RESULTADOS CARACTERIZADOS PARA LAS DIFERENTES CATEGORÍAS DE IMPACTO CORRESPONDIENTES A LAS 3 EXPLOTACIONES DE OVINO DE LECHE.	35
TABLA 27. RESULTADOS CARACTERIZADOS PARA LAS DIFERENTES CATEGORÍAS DE IMPACTO CORRESPONDIENTES A PRODUCTOS CÁRNICOS DE VACUNO DE CARNE.	37
TABLA 28. RESULTADOS CARACTERIZADOS PARA LAS DIFERENTES CATEGORÍAS DE IMPACTO CORRESPONDIENTES A PRODUCTOS CÁRNICOS Y LÁCTEOS DE VACUNO DE LECHE.....	38
TABLA 29. RESULTADOS CARACTERIZADOS PARA LAS DIFERENTES CATEGORÍAS DE IMPACTO CORRESPONDIENTES A PRODUCTOS CÁRNICOS Y LÁCTEOS DE OVINO DE LECHE.	39
TABLA 30. RESUMEN ESTUDIOS PREVIOS DE IMPACTO AMBIENTAL CARNE BOVINO (ADAPTADO DE POORE Y NEMECEK 2018)	44
TABLA 31. RESUMEN ESTUDIOS PREVIOS DE IMPACTO AMBIENTAL CARNE DE OVINO A PUERTA DE GRANJA (ADAPTADO DE POORE Y NEMECEK 2018)	44

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. ESQUEMA Y ALCANCE DE LOS PROCESOS ANALIZADOS PARA LAS DIVERSES EXPLOTACIONES ESTUDIADAS.....	11
FIGURA 2. REPRESENTACIÓN ESQUEMÁTICA DE LA CONTRIBUCIÓN DE LOS DIFERENTES PROCESOS EN CADA UNA DE LAS CATEGORÍAS AMBIENTALES PARA LAS TRES EXPLOTACIONES DE VACUNO. CC: CAMBIO CLIMÁTICO; EO: AGOTAMIENTO CAPA OZONO; RI: RADIACIÓN IONIZANTE, HUMANOS; FO: FORMACIÓN FOTOXIDANTES; MP: SALUD HUMANA, MICROPARTÍCULAS; SHnc: SALUD HUMANA, CUENTO. NO CÁNCER; SHc: SALUD HUMANA, CUENTO. CÁNCER; AC: ACIDIFICACIÓN; ED: EUTROFIZACIÓN AGUA DULCE; EM: EUTROFIZACIÓN MARINA; ET: EUTROFIZACIÓN TERRESTRE; EC: ECOTOXICIDAD AGUA DULCE; US: USO DEL SUELO; CA: CONSUMO AGUA; RF: AGOTAMIENTO RECURSOS FÓSILES Y RM: AGOTAMIENTO RECURSOS MINERALES Y METALES.	34
FIGURA 3. REPRESENTACIÓN ESQUEMÁTICA DE LA CONTRIBUCIÓN DE LOS DIFERENTES PROCESOS EN CADA UNA DE LAS CATEGORÍAS AMBIENTALES PARA LAS DOS EXPLOTACIONES DE OVINO. CC: CAMBIO CLIMÁTICO; EO: AGOTAMIENTO CAPA OZONO; RI: RADIACIÓN IONIZANTE, HUMANOS; FO: FORMACIÓN FOTOXIDANTES; MP: SALUD HUMANA, MICROPARTÍCULAS; SHnc: SALUD HUMANA, CUENTO. NO CÁNCER; SHc: SALUD HUMANA, CUENTO. CÁNCER; AC: ACIDIFICACIÓN; ED: EUTROFIZACIÓN AGUA DULCE; EM: EUTROFIZACIÓN MARINA; ET: EUTROFIZACIÓN TERRESTRE; EC: ECOTOXICIDAD AGUA DULCE; US: USO DEL SUELO; CA: CONSUMO AGUA; RF: AGOTAMIENTO RECURSOS FÓSILES Y RM: AGOTAMIENTO RECURSOS MINERALES Y METALES.	35
FIGURA 4. REPRESENTACIÓN ESQUEMÁTICA DE LA CONTRIBUCIÓN DE LOS DIFERENTES PROCESOS EN CADA UNA DE LAS CATEGORÍAS AMBIENTALES PARA LAS TRES EXPLOTACIONES DE OVINO DE LECHE. CC: CAMBIO CLIMÁTICO; EO: AGOTAMIENTO CAPA OZONO; RI: RADIACIÓN IONIZANTE, HUMANOS; FO: FORMACIÓN FOTOXIDANTES; MP: SALUD HUMANA, MICROPARTÍCULAS; SHnc: SALUD HUMANA, CUENTO. NO CÁNCER; SHc: SALUD HUMANA, CUENTO. CÁNCER; AC: ACIDIFICACIÓN; ED: EUTROFIZACIÓN AGUA DULCE; EM: EUTROFIZACIÓN MARINA; ET: EUTROFIZACIÓN TERRESTRE; EC: ECOTOXICIDAD AGUA DULCE; US: USO DEL SUELO; CA: CONSUMO AGUA; RF: AGOTAMIENTO RECURSOS FÓSILES Y RM: AGOTAMIENTO RECURSOS MINERALES Y METALES	36
FIGURA 5. REPRESENTACIÓN ESQUEMÁTICA DE LAS CATEGORÍAS DE IMPACTO NORMALIZADAS Y PONDERADAS DE ACUERDO A LA METODOLOGÍA PEF (EC, 2017) PARA LAS DIFERENTES EXPLOTACIONES.....	41

Resumen ejecutivo

El objetivo del presente estudio es llevar a cabo la cuantificación ambiental de diferentes escenarios propuestos por el proyecto CLIM'AGIL. Dichos escenarios incluyen la producción de carne de vacuno y, vacuno y ovino de leche, en granjas ubicadas Araba y Gipuzkoa.

El análisis ambiental se ha llevado a cabo en base a la herramienta de cuantificación Análisis de Ciclo de Vida, ACV. Este es un método de evaluación cuantitativa de los impactos ambientales de los productos, incidiendo en todos los aspectos ambientales que puedan, en último término, afectar la salud de los seres humanos, la calidad de los ecosistemas y/o el agotamiento de recursos naturales.

Se han analizado 9 explotaciones agropecuarias situadas en Euskadi con diferentes tipos de especies animales (vacuno y ovino). Todas ellas son explotaciones de carácter extensivo o semiextensivo donde los animales son alimentados principalmente de pastos o forrajes ensilados o henificados, complementados a base de concentrados. Dichas explotaciones corresponden a:

- i) Araba 1, explotación de bovino de carne de producción de pasteros destetados de raza Pirenaica y Terreña con estabulación invernal y pastoreo principalmente de prado.
- ii) Araba 2, explotación de bovino de carne de producción de pasteros destetados de raza Pirenaica y cruces con pastoreo principalmente de prado.
- iii) Araba 3, explotación de bovino de carne de producción de terneros para sacrificio de raza Pirenaica con estabulación invernal y pastoreo principalmente de prado.
- iv) Araba 4, explotación de vacuno de leche de raza Frisona con estabulación nocturna e invernal y pastoreo principalmente de prado.
- v) Araba 5, explotación de vacuno de leche de raza Frisona con estabulación nocturna y pastoreo principalmente de prado.
- vi) Araba 6, explotación de vacuno de leche de raza Frisona con estabulación nocturna y pastoreo principalmente de prado.
- vi) Gipuzkoa 1, explotación de ovino de leche para la producción de quesos de raza Latxa con estabulación nocturna e invernal y pastoreo principalmente de prado.
- vii) Gipuzkoa 2, explotación de ovino de leche para la producción de quesos de raza Latxa cara rubia con estabulación nocturna e invernal y pastoreo principalmente de prado.
- viii) Gipuzkoa 3, explotación de ovino de leche para la producción de quesos de raza Latxa con estabulación nocturna e invernal y pastoreo principalmente de prado.

Para llevar a cabo esta cuantificación de impacto ambiental los datos primarios propios de la actividad agrícola se han obtenido a partir de cuestionarios y entrevistas hechas a las propias explotaciones. Con relación a los datos secundarios, estos proceden de los valores por defecto proporcionados por bases de datos, siendo adaptados a las condiciones locales si así se requiere, por ejemplo, la electricidad.

Los resultados ambientales han mostrado la importancia de la alimentación animal en algunos casos y sobre todo de las emisiones (fermentación entérica, deyecciones durante el pastoreo y la estabulación, y la aplicación de estas deyecciones en campo) para la mayoría de las categorías de impacto ambiental en las 9 explotaciones. Hay que destacar asimismo la gran variabilidad en

la gestión de éstas. Estas emisiones están relacionadas con las categorías ambientales de cambio climático (principalmente para las emisiones derivadas de la fermentación entérica) y la formación de micropartículas (principalmente por las emisiones de los animales durante el pastoreo y la aplicación en campo de las deyecciones ganaderas).

En cuanto a la comparación con los valores de la literatura, hay que aclarar que este no es un sector con muchos casos de estudio, especialmente en el caso de la leche y los derivados lácticos. Además, destaca la alta variabilidad de los resultados obtenidos entre los diferentes estudios. Nos encontramos que los valores obtenidos en nuestro estudio se encuentran en línea con el rango de los valores europeos, ligeramente al alza para el caso de cordero y la ternera. Estas comparaciones deberán hacerse con cautela, ya que no siempre se usan las mismas metodologías y cada explotación ganadera tiene sus particularidades específicas. Por ejemplo, las explotaciones 1 y 2 venden pasteros destetados para engorde y la explotación 3 vende los terneros ya directamente para sacrificio. También hay que tener en cuenta que nos encontramos en un escenario de producciones extensivas, donde la densidad de animales en el pastoreo es baja y, en consecuencia, un análisis enfocado a la eficiencia productiva condiciona los resultados. Es por este motivo que, aunque las metodologías de cuantificación de pérdida de biodiversidad se encuentran en desarrollo, se ha propuesto en este caso de estudio añadir indicadores de impacto ambiental complementarios (biodiversidad) para aumentar la comprensión de los impactos de la ganadería extensiva, y poder revelar compensaciones de este uso del suelo extensivo. En este caso, es precisamente el uso del suelo derivado de pastoreo el proceso que más contribuye en el impacto, debido a las grandes extensiones de superficie utilizadas por los animales de pastoreo extensivo o semiextensivo.

Cabe añadir que el análisis se hace teniendo en cuenta que estamos analizando un sistema productivo alimentario. Pero también se debe tener en cuenta que dicha actividad genera otras funciones no sólo producir alimento, funciones de conservación del territorio, paisajes, etc. Por el momento no existe un modelo que incluya estas funciones, por tanto, los valores absolutos obtenidos deberán servir para detectar qué punto podemos priorizar para mejorar, comprobar dichas mejoras y para comparar con sistemas de producción similares.

Por último, hay que comentar que la metodología utilizada, Análisis de Ciclo de Vida, a pesar de ser la recomendada por las autoridades científicas y políticas, Comisión Europea, Programa Ambiental de las Naciones Unidas, Programa Ambiental de Ganadería de la FAO presenta todavía carencias metodológicas, en vías de mejora, es necesario, por lo tanto, ser cuidadosos en la interpretación de los valores absolutos y considerar los resultados presentados como un patrón prospectivo. Estudios como el presente contribuyen sin duda a este avance metodológico.

Glosario

AC: Acidificación

ACV: Análisis de Ciclo de Vida, LCA, (*Life Cycle Assessment*, por sus siglas en inglés)

AF: Factores de distribución de cargas (*Allocation Factor*, por sus siglas en inglés)

BBDD: Bases de datos

BMR: Ratio entre carne y leche (*Beef to Milk Ratio*, por sus siglas en inglés)

CA: Consumo de agua

CC: Cambio climático

CE: Comisión Europea (EC, *European Commission* en inglés)

CFC-11: Compuesto clorofluorocarbono CFC13, CFC-11

CTU: Unidades de casos tóxicos

DQR: Data Quality Requirements

EB: Energía Bruta

EC: Ecotoxicidad agua dulce

ED: Eutrofización agua dulce

EF: *Environmental Footprint*, Huella Ambiental

EM: Eutrofización marina

EO: Agotamiento capa Ozono.

EPD: *Environmental Product Declarations*, declaraciones de productos ambientales, son documentos voluntarios de una empresa u organización que quiera presentar información transparente sobre el impacto ambiental del ciclo de vida de sus productos y servicios.

FPCM: Fat Protein Corrected Milk, leche corregida en grasas y proteínas

GLAD: *Global LCA Data Access*, Iniciativa del Programa Ambiental de las Naciones Unidas

ET: Eutrofización terrestre

FO: Formación fotooxidantes

IDF: *International Dairy Federation*

IPCC: Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático

ISO: International Organization for Standardization

kBq: Kilobecquerel, unidad de radioactividad

LEAP: Livestock Environmental Assessment Performance, Alianza sobre la Evaluación Ambiental y el Desempeño Ecológico de la Ganadería. FAO

MAPA: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación del Gobierno de España

MP: Salud humana, micropartículas

MS: materia seca

PCR: *Product Category Rules*, reglas de categoría de producto, reglas específicas de cálculo de huella ambiental desarrollado en el marco del sistema internacional EPD para declaraciones ambientales tipo III según la norma ISO 14025:2006.

PEF: *Product Environmental Footprint*

PEFCR: *Product Environmental Footprint Category Rules*, reglas de cálculo sectorial de acuerdo a la iniciativa de Huella Ambiental de Producto, (*Environmental Footprint* de la Comisión Europea)

RF: Agotamiento recursos fósiles

RI: Radiación ionizante

RM: Agotamiento recursos minerales y metales

SHnc: Salud humana, contaminantes no cancerígenos

SHc: Salud humana, contaminantes cancerígenos

UGM: Unidades de Ganado Mayor

US: Uso del suelo

1. Introducción

El presente estudio se enmarca en el proyecto CLIM'AGIL. El proyecto CLIM'AGIL tiene como objetivo promover la adaptación al cambio climático y la prevención y gestión de los riesgos en el sector ganadero de montaña recogiendo y sistematizando las innovaciones que ya se están llevando a cabo actualmente, permitiendo que estas dinámicas lleguen a un número creciente de ganaderos para favorecer una adaptación generalizada de los sistemas climáticos al cambio climático. Una cuantificación ambiental de acuerdo con las normativas oficiales existentes ayudará a un mejor conocimiento permitiendo la incorporación de una variable ambiental a la toma de decisiones de acuerdo con los objetivos del proyecto mencionado.

Se han analizado 9 explotaciones agropecuarias situadas en Euskadi con diferentes tipos de especies animales (vacuno y ovino). Todas ellas son explotaciones de carácter extensivo o semiextensivo donde los animales son alimentados básicamente de pasto.

El análisis ambiental se ha llevado a cabo en base a la herramienta de cuantificación Análisis de Ciclo de Vida, ACV. Éste es un método de evaluación cuantitativa de los impactos ambientales de los productos, incidiendo en todos los aspectos ambientales que puedan, en último término, afectar la salud de los seres humanos, la calidad de los ecosistemas y/o el agotamiento de recursos naturales. El objetivo final es la detección de los puntos ambientalmente débiles de la cadena de producción con el fin de aportar alternativas y valorar soluciones. Los estudios previos que lo han aplicado avalan la metodología, mostrando que la herramienta ACV reúne las características de objetividad y transparencia para llevar a cabo los estudios de cuantificación ambiental. Los estudios de ACV utilizan como marco de referencia la metodología definida en las ISO (ISO-14040, 2006). Sin embargo, este marco referencial deja abiertos ciertos criterios que hay que consensuar y definir en función de los sectores productivos. En este sentido, a partir de la política europea de mercado único y en el marco de la iniciativa de la Huella ambiental del producto, la Comisión Europea ha consensuado unas reglas de cálculo de huella ambiental, *Product Environmental Footprint*, PEF (EC, 2013), y la iniciativa privada *Envirodec* (EPD, 2019) ha desarrollado reglas específicas de cálculo de huella ambiental. Para el caso de productos lácteos, se han desarrollado tanto la PEF Dairy Products (European Commission, 2018) como PCR Dairy Products 1.0 (EPD, 2021). Para el caso de la carne, el hecho de no disponer aún de la PEF Dairy Products ha hecho que nos basásemos en la PEF Dairy Products general, en la PCR propia de *Envirodec* (PCR - Meat of mammals), así como en borradores existentes de la potencial PEF Dairy Products carne y a los que IRTA ha tenido acceso. Igualmente, la iniciativa *Livestock Environmental Assessment and Performance Partnership* (LEAP) dependiente de la FAO ha creado varias guías para ayudar en la evaluación ambiental de la ganadería (FAO 2020, FAO 2019, etc.). Se seguirán en este estudio los criterios establecidos en estas guías.

2. Objetivo y alcance

Objetivo: cuantificar la huella ambiental en base a la herramienta Análisis de Ciclo de Vida, ACV, de la producción de carne y leche de vacuno, y leche de ovino en Euskadi en sistemas productivos extensivos o semiextensivos.

Producto: producción de pasteros, carne de vacuno, leche de vacuno y leche de ovino.

Modelización: en el presente trabajo se realizará un ACV atribucional, esto significa llevar a cabo una contabilidad ambiental del sistema tal cual, sin asumir potenciales consecuencias (propio de los ACV consecuenciales) de la adaptación en este sistema de otros procesos que se pudieran derivar de ciertas decisiones. Por ejemplo, la sustitución de una alimentación basada principalmente en pasto y una menor complementación nutritiva con concentrados en comparación a una alimentación exclusiva de forrajes y concentrados, implicará cambios en potenciales usos del suelo, aumento rendimientos, aumento importación, etc; analizar las consecuencias ambientales de estos potenciales escenarios formaría parte de un ACV consecencial.

Distribución de cargas ambientales: En el presente estudio se ha realizado una asignación de cargas para los diversos coproductos en cada una de las explotaciones analizadas, siguiendo las pautas marcadas en las normativas respectivas. Para el caso de los productos lácteos, la distribución de cargas se realiza mediante las reglas de asociación de la PEFCR *Dairy Products*, apartado 5.8.2 (European Commission, 2018). En este sentido, y de acuerdo al criterio de la nombrada PEFCR se ha seguido la jerarquía de decisiones recomendada por la Guía PEF 2013 (EC, 2013) de acuerdo con la norma ISO 14044 (I.S.O., 2006) y se ha utilizado el método de asignación biofísica propuesto por la *International Dairy Federation* (IDF, 2015), que calcula el factor de asignación de la leche cruda de la siguiente manera (Ec. 1):

$$AF = 1 - 6.04 \times BMR \quad (\text{Ec. 1})$$

Siendo,

BMR, la ratio entre la leche y la carne producida que se calcula como $M_{\text{meat}}/M_{\text{milk}}$, donde M_{meat} es la masa en peso vivo de todos los animales vendidos, incluidos los terneros y los animales para sacrificio por año, y M_{milk} es la masa de leche corregida en grasas y proteínas (Fat Protein Corrected Milk, FPCM) vendida por año (corregida al porcentaje de grasas y proteínas de la leche de la explotación en cuestión).

La FPCM se calcula con la siguiente ecuación (Ec. 2):

$$FPCM \left(\frac{kg}{año} \right) = \text{Producción} \left(\frac{kg}{año} \right) \times (0.1226 \times \text{Grasas}\% + 0.0776 \times \text{Proteína}\% + 0.2534) \quad (\text{Ec. 2})$$

Para los casos donde la BMR supera el valor del 3%, este criterio de distribución de cargas ha demostrado no ser apropiado (Nemecek & Thoma, 2020) y se debe utilizar la metodología desarrollada por Nemecek & Thoma (2020) (Ecuación 3). En nuestro caso, con la excepción la explotación 6, con un BMR =1,9%, el BMR supera el valor del 3% en las 3 explotaciones de ovino de leche y en 2 explotaciones de vacuno de leche (explotaciones 4 y 5) aplicándose por tant Ecuación 3:

$$AF_{\text{leche}} = \frac{NE_{\text{leche}} * M_{\text{leche}}}{NE_{\text{leche}} * M_{\text{leche}} + NE_{\text{carne}} * M_{\text{carne}}} \quad (\text{Ec. 3})$$

Siendo,

NE_{leche} : energía neta necesaria para producir 1 kg de FPCM.

NE_{carne} : energía neta necesaria para producir 1 kg de peso vivo.

M_{leche} y M_{carne} : producción de leche y carne (incluyendo los animales de desvieje vendidos) en kg.

De esta manera se obtiene la asignación de cargas entre los productos cárnicos y lácticos.

En cuanto al caso de la carne, actualmente no existe una PEFCR específica para dicho sector. Por este motivo, se han seguido las reglas descritas en la guía LEAP *Environmental performance of large ruminant supply chains* (FAO, 2016), que concluyen en una distribución de cargas en base a una distribución económica entre los diferentes coproductos (apartado 9.2, figura 10). En este sentido, la clave de asignación económica es la relación entre los ingresos del coproducto de interés y los ingresos totales de la actividad.

Unidad funcional: escogeremos como unidad de análisis o unidad funcional el kg de peso vivo para los animales para venta o sacrificio, la unidad funcional p (individuo) para los animales para engorde y kg de leche en el caso de la leche para industria o para queso.

Localización: Provincias de Araba y Gipuzkoa.

Límites sistema: Los límites del sistema se establecen en base a lo que se conoce como “*cradle to farm-gate*” (cuna a la puerta de granja). La evaluación ambiental se enfoca principalmente en el análisis ambiental de diversas explotaciones, se hará, por tanto, especial incidencia en la recolección de datos primarios, propios, de estas explotaciones, considerándose datos secundarios los relativos a los procesados incluidos “aguas arriba” (ej. Producción de energía, fabricación de piensos, transporte) (Figura 1). Queda excluido, por tanto, procesos externos a la explotación como matadero, procesamiento, logística, comercialización del producto, consumo y tratamiento al final de la vida útil de los envases utilizados y residuos producidos por este consumo.

Período de análisis: datos medios de producción 2020-2021 más datos secundarios variables temporalmente.

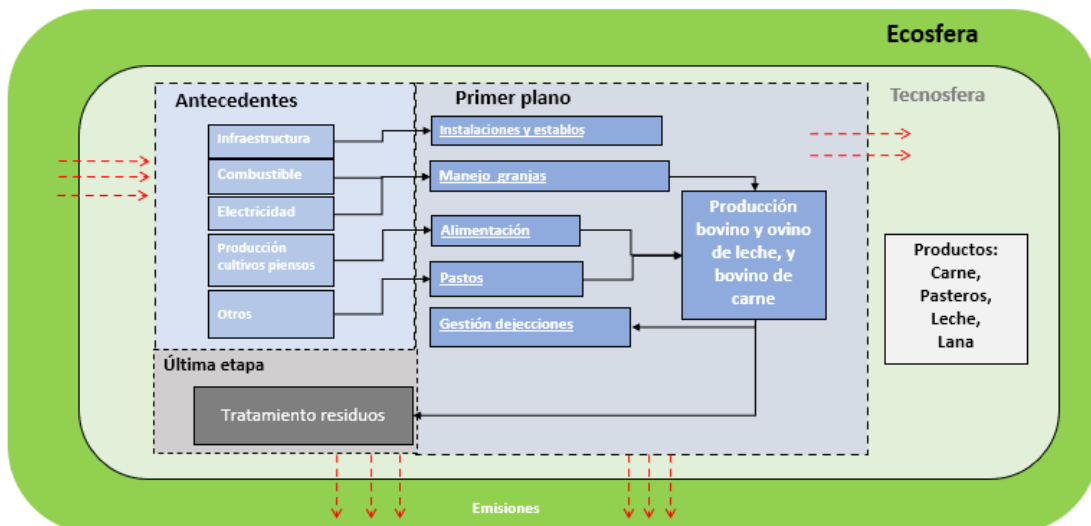


Figura 1. Esquema y alcance de los procesos analizados para las diversas explotaciones estudiadas.

Datos: los datos primarios propios de la actividad ganadera se han obtenido a partir de entrevistas con los ganaderos. En relación a los datos secundarios, estos proceden de los valores por defecto proporcionados por las bases de datos Ecoinvent Database v3.6 (Wernet et al.,

2016) y Agribalyse (Agribalyse, n.d.), siendo adaptadas a las condiciones locales si así se requiere (ej, transporte, electricidad).

Cálculo Emisiones:

Los factores de emisión de las categorías productivas mencionadas en las **Tabla 1** y **Tabla 2** han extraído del documento de *Bases Zootécnicas para el cálculo del balance alimentario de nitrógeno y de fósforo en ovino* (MAPA, 2017).

También forma parte del inventario el cálculo de las correspondientes emisiones debidas a:

- i) Fermentación entérica: Emisiones de metano en el aire calculadas de acuerdo al IPCC 2019 Tier III para el caso de bovino y Tier II para ovino (IPCC, 2019) basadas en factores de emisión según tipo y número de animales, y la ingesta de Energía Bruta (EB) teniendo en cuenta datos específicos nacionales para la ingesta total de Materia Seca (MS) y la digestibilidad del pasto y los piensos.
- ii) Pasto, almacenamiento y gestión de deyecciones: emisiones de amonio, metano y óxido de dinitrógeno, calculadas de acuerdo EEA 2019 (EMEP/EEA, 2019) e IPCC 2019 (IPCC, 2019).
 - Para metano en el aire se considera IPCC Tier II que se calcula con información detallada sobre las características del estiércol y el pastoreo (calculados en función de la ingesta bruta de energía y la digestibilidad de los piensos y del pasto) y las prácticas de gestiones de estiércol (valores predeterminados en función de la gestión que aplique en cada caso).
 - Para óxido de dinitrógeno al aire se considera IPCC Tier II, que tiene en cuenta la cantidad total de excreción de nitrógeno en cada tipo de sistema de gestión de estiércol y pastoreo y un factor de emisiones correspondiente a dichos sistemas (valores por defecto en función de la gestión que aplique en cada caso), utilizando datos específicos nacionales.
 - Para el cálculo de emisiones de amonio al aire se sigue EMEP/EEA Tier II (EMEP/EEA, 2019), requiriendo número de animales, tasas de excreción total de nitrógeno (calculadas según las directrices del IPCC); proporción de nitrógeno excretado en el pasto, la estabulación y las deyecciones ganaderas pertinentes; proporción de nitrógeno excretado como nitrógeno amoniacal total (TAN) y proporción del lugar de excreción; cantidad de estiércol manipulados; uso del lecho para animales; sistema de almacenamiento de estiércol; fertilizantes nitrogenados repartidos por los campos.

Tabla 1. Valores de los factores de emisión para las provincias de Araba y Gipuzkoa de la fermentación entérica para cada una de las diferentes categorías productivas de vacuno de carne, vacuno de leche y ovino de leche (MAPA, 2017)

Categorías productivas	Factor E. F. Entérica (Kg CH ₄ animal ⁻¹ día ⁻¹)
Vacuno de carne en pastoreo Araba	
Ternero/a lactancia (0-6 meses)	0,068
Ternero/a cebo sacrificio (6-11 meses)	0,207
Ternero/a reposición (6-12 meses)	0,154
Macho reproductor reposición (1-2 años)	0,242
Macho reproductor reposición (2-3 años)	0,264
Añojo hembra reposición (1-2 años)	0,201
Novilla reposición (2-3 años)	0,236
Macho reproductor (> 3 años)	0,264
Hembra reproductora (> 3 años)	0,234
Vacuno de leche en pastoreo Araba	
Ternero/a lactancia (0-2,5 meses)	0,128
Ternera reposición (2,5-12 meses)	0,154
Añojo hembra reposición (1-2 años)	0,201
Novilla reposición (2-3 años)	0,236
Macho reproductor (> 3 años)	0,264
Hembra reproductora lactación (> 3 años)	0,305
Hembra reproductora no lactación (> 3 años)	0,305
Ovino de leche en pastoreo Gipuzkoa	
Lechal (<1 mes)	0,000
Cordero pascual (<3 meses)	0,012
Semental joven (1-12 meses)	0,012
Semental (>1 año)	0,019
Oveja reposición (1-12 meses)	0,012
Oveja 1a gestación (12-17 meses)	0,013
Oveja adulta (>17 meses)	0,018

Tabla 2. Valores de excreción para las provincias de Araba y Gipuzkoa de Volátiles Sólidos (VS) y de nitrógeno (N_{total} y N_{orina}) para cada una de las diferentes categorías productivas de vacuno de carne, vacuno de leche y ovino de leche (MAPA, 2017)

Categorías productivas	Excreción VS (Kg VS animal ⁻¹ día ⁻¹)	N excretado total (Kg N animal ⁻¹ día ⁻¹)	N excretado orina (Kg N animal ⁻¹ día ⁻¹)
Araba			
Vacuno de carne en pastoreo			
Ternero/a lactancia (0-6 meses)	0,15	0,098	0,090
Ternero/a cebo sacrificio (6-11 meses)	1,98	0,157	0,108
Ternero/a reposición (6-12 meses)	2,53	0,104	0,060
Macho reproductor reposición (1-2 años)	4,68	0,224	0,142
Macho reproductor reposición (2-3 años)	5,45	0,282	0,187
Añojo hembra reposición (1-2 años)	3,56	0,174	0,112
Novilla reposición (2-3 años)	4,50	0,221	0,143
Macho reproductor (> 3 años)	5,45	0,282	0,187
Hembra reproductora (> 3 años)	4,43	0,208	0,131
Araba			
Vacuno de leche en pastoreo			
Ternero/a lactancia (0-2,5 meses)	1,04	0,095	0,068
Ternera reposición (2,5-12 meses)	2,53	0,104	0,060
Añojo hembra reposición (1-2 años)	3,56	0,174	0,112
Novilla reposición (2-3 años)	4,50	0,221	0,143
Macho reproductor (> 3 años)	5,45	0,282	0,187
Hembra reproductora lactación (> 3 años)	5,37	0,329	0,228
Hembra reproductora no lactación (> 3 años)	5,37	0,329	0,228
Gipuzkoa			
Ovino de leche en pastoreo			
Lechal (<1 mes)	0,01	0,002	0,002
Cordero pascual (<3 meses)	0,01	0,002	0,002
Semental joven (1-12 meses)	0,25	0,007	0,003
Semental (>1 año)	0,32	0,020	0,013
Oveja reposición (1-12 meses)	0,25	0,007	0,003
Oveja 1a gestación (12-17 meses)	0,22	0,015	0,010
Oveja adulta (>17 meses)	0,30	0,021	0,014

Calidad de los datos: de acuerdo a las directrices PEF (EC, 2017) en el estudio se han adoptado cuatro criterios para evaluar la calidad de los datos utilizados: i) representatividad tecnológica, Te ; ii) representatividad geográfica, G ; iii) representatividad temporal Ti ; y iv) precisión/incertidumbre, P . Las tres primeras evalúan la representatividad del dato utilizado en relación con los conceptos correspondientes; para el cuarto criterio se tendrá en cuenta la precisión en relación con la manera de obtener el dato, esto es medido, calculado, estimado, y la potencial incertidumbre. Cada criterio se valora en la escala 1 a 5, siendo 1 muy buena calidad y 5 muy pobre. La calidad global de los datos, Q , se calcula con la media de calidad alcanzada para cada uno de los criterios de calidad (Ec 4).

$$Q = \frac{Te + G + Ti + P}{4} \quad (\text{Ec } 4)$$

Categorías de impacto: los modelos de evaluación de impacto y correspondientes unidades equivalentes han sido los recomendados en el marco de la iniciativa Product Environmental

Footprint de la CE (EC, 2017), EF method 3.0, en su versión v1.00 adaptado al software SIMAPRO. Por la importancia de que la categoría de impacto de Biodiversidad, y porque la citada iniciativa aún no dispone de una categoría consensuada, se dedicará una sección específica (anexo A) basándonos en las recomendaciones de la guía LEAP (FAO; LEAP, 2020) y el correspondiente método recomendado por UNEP (Jolliet et al 2018) para su aplicación en los estudios de ACV (Chaudhary & Brooks, 2018). La **Tabla 3** recoge las categorías de impacto evaluadas, las unidades, una breve explicación de cada categoría, así como el método de cálculo utilizado para el desarrollo del modelo utilizado. Asimismo, se procederá a la normalización y ponderación de las categorías de impacto siguiendo el criterio de dicha iniciativa.

Software: el software SimaPro 9.1.1.7 es utilizado para llevar a cabo la cuantificación ambiental (PRéConsultants, 2020).

Tabla 3. Categorías de impacto y unidades equivalentes (EC, 2017)

Categoría de impacto	Siglas	Unidad	Breve explicación
Cambio climático	CC	kg CO ₂ eq	La tierra devuelve la energía solar absorbida en forma de radiación térmica. Parte de esta radiación es absorbida por los gases existentes en la atmósfera provocando el calentamiento del planeta. Para la caracterización del impacto se emplea el modelo desarrollado por el IPCC, utilizando el CO ₂ como unidad equivalente a la que se referencia el potencial de calentamiento del resto de los gases con efecto invernadero.
Agotamiento capa Ozono	EO	kg CFC-11 eq	La disminución de la capa de ozono presente en la estratosfera provoca un incremento de la cantidad de radiación ultravioleta que llega a la superficie de la tierra. Estas radiaciones son causa de un aumento de algunas enfermedades en humanos, afectan a los ecosistemas y la agricultura. El modelo utilizado se basa en los potenciales de agotamiento de los diferentes gases implicados y definidos por la WMO, utilizando el CFC-11 como unidad equivalente.
Radiación ionizante, humanos	RI	kBq U235 eq	La radiación ionizante es radiación formada por fotones o partículas que al interactuar con la materia cambian el perfil de átomos que la componen, ionizándola, que en último término pueden afectar a la salud humana. Se utiliza kBq de Uranio 235 como unidad equivalente de las diferentes emisiones involucradas.
Formación fotooxidantes	FO	kg NMVOC eq	Bajo la influencia de la luz solar los óxidos de nitrógeno reaccionan con los compuestos orgánicos volátiles para producir ozono troposférico. Este puede resultar perjudicial para la salud humana, los ecosistemas y los propios cultivos.
Salud humana, cont. no cáncer.	SHnc	CTU _{h,nc}	Potenciales efectos que sobre la salud de los humanos tienen las emisiones de los diferentes contaminantes, el indicador utilizado es unidades de casos tóxicos, CTU, con efecto no cancerígeno y sí cancerígeno respectivamente).
Salud humana, cont. cáncer.	SHc	CTU _{h,nc}	
Salud humana, micropartículas	MP	DALY	Cuantificación del impacto de muerte prematura o discapacidad que sobre la población tienen las micropartículas, PM, utilizando como referencia PM _{2.5} . Incluye la valoración de PM primarias (PM ₁₀ y PM _{2.5}) y secundarias (creación de PM secundario debido a las emisiones de SO _x , NO _x y NH ₃) y CO.
Acidificación	AC	molc H ⁺ eq	La acidificación se produce principalmente por las emisiones al aire de NH ₃ , NO ₂ y SO _x . Las unidades equivalentes de dichas emisiones se expresan en moles de carga (moles H ⁺) por unidad de masa emitida
Eutrofización agua dulce	ED	kg P eq	El incremento de macronutrientes en los ecosistemas puede conducir a un aumento de la producción de biomasa no deseada y que en último término puede llevar a unas condiciones anaerobias en los sistemas acuáticos con el consecuente daño ambiental derivado. Los modelos de indicadores utilizados para cuantificar este daño se basan en la expresión del grado en que los nutrientes emitidos llegan al compartimento final (superación de la carga crítica de macronutrientes por eutrofización terrestre, el fósforo considerado como factor limitante en el agua dulce y el nitrógeno considerado como factor limitante en el agua marina).
Eutrofización marina	EM	kg N eq	
Eutrofización terrestre	ET	molc N eq	
Ecotoxicidad agua dulce	EC	CTU _e	Potenciales efectos tóxicos sobre los ecosistemas acuáticos de las sustancias tóxicas existentes en el ambiente. Se contabilizan como fracción de especies potencialmente afectadas por cada unidad de volumen y tiempo expresado como unidades de casos tóxicos, CTU _e .
Uso del suelo	US	Pt	Basado en el impacto sobre la calidad del suelo teniendo en cuenta diferentes índices relacionados con servicios ecosistémicos: erosión, producción biótica, recarga aguas subterráneas y filtración mecánica
Consumo agua	CA	m ³ eq	Definido como el agua disponible por unidad de área (país o cuenca hidrográfica) que queda tras restar el consumo de agua de los humanos y requerimiento ambiental para mantener los ecosistemas. Este índice se normaliza con relación a una media mundial, lo que da idea del grado de riesgo para cada área en particular.
Agotamiento recursos fósiles	RF	MJ	Disminución de la disponibilidad de recursos fósiles.
Agotamiento recursos minerales y metales	RM	kg Sb eq	Disminución de la disponibilidad de recursos naturales. Utilizándose como recurso referencia el antimonio.

3. Inventarios

A continuación, se presentan los inventarios de las 9 explotaciones analizadas (¡Error! No se encuentra el origen de la referencia., **Tabla 6****Tabla 8**,**Tabla 10****Tabla 12****Tabla 14****Tabla 16**, **Tabla 18** y**Tabla 20**Tabla 22) así como las especificaciones relativas a la edad y el peso de las categorías productivas de los animales (**Tabla 5****Tabla 7****Tabla 9****Tabla 11****Tabla 13****Tabla 15**,**Tabla 17**, **Tabla 19** y **Tabla 21**). Asimismo, se incluyen los resultados de las emisiones asociadas a la fermentación entérica, las deyecciones durante el pasto y la estabulación, las provenientes del almacenamiento de estiércol y la posterior aplicación en campo (**Tabla 22**).

Descripción de las explotaciones:

Explotación 1: Araba 1, explotación de bovino de carne de producción de pasteros destetados de raza Pirenaica y Terreña con estabulación invernal y pastoreo principalmente de prado.

Explotación 2: Araba 2, explotación de bovino de carne de producción de pasteros destetados de raza Pirenaica y cruces con pastoreo principalmente de prado.

Explotación 3: Araba 3, explotación de bovino de carne de producción de terneros para sacrificio de raza Pirenaica con estabulación invernal y pastoreo principalmente de prado.

Explotación 4: Araba 4, explotación de vacuno de leche de raza Frisona con estabulación nocturna e invernal y pastoreo principalmente de prado.

Explotación 5: Araba 5, explotación de vacuno de leche de raza Frisona con estabulación nocturna y pastoreo principalmente de prado.

Explotación 6: Araba 6, explotación de vacuno de leche de raza Frisona con estabulación nocturna y pastoreo principalmente de prado.

Explotación 7: Gipuzkoa 1, explotación de ovino de leche para la producción de quesos de raza Latxa con estabulación nocturna e invernal y pastoreo principalmente de prado.

Explotación 8: Gipuzkoa 2, explotación de ovino de leche para la producción de quesos de raza Latxa cara rubia con estabulación nocturna e invernal y pastoreo principalmente de prado.

Explotación 9: Gipuzkoa 3, explotación de ovino de leche para la producción de quesos de raza Latxa con estabulación nocturna e invernal y pastoreo principalmente de prado.

3.1. Inventario Explotación 1 – Vacuno de carne 1

Tabla 4. Inventario de la Explotación 1 (vacuno de carne) localizada en Araba.

Explotación 1	Valor	Unidades
RENDIMIENTO, Ternero/a Peso vivo para engorde	0,230	tonelada/animal
RENDIMIENTO, Vaca Peso vivo para carne	0,600	tonelada/animal
RENDIMIENTO, Toro Peso vivo para carne	0,800	tonelada/animal
Productos		
Nº Terneros/as para engorde	16	p/explotación
Coproductos		
Vaca Peso vivo para carne	3,3	tonelada/explotación
Toro Peso vivo para carne	0,2	tonelada/explotación
Recursos naturales		
Ocupación suelo, área ocupada por animales	1049419	m ² /explotación
Ocupación suelo, resto explotación	230183	m ² /explotación
Flujo productos		
Nº animales	54	p/explotación
Lecho, paja	45	tonelada/explotación

Compra macho reproductor (anual)	0,2	p/explotación
Fertilizantes		
Estiércol sólido	115000	kg/explotación
Abono de fondo (0-14-14)	5601	kg/explotación
Sulfato amónico (27%)	4107	kg/explotación
Nutrición animal		
Pastoreo		
Prado valle	366667	m ²
Prado comunal montaña	682000	m ²
Cultivos		
Veza para ensilaje	54700	m ²
Prado de corte para ensilaje	43333	m ²
Alfalfa	132000	m ²
Complementos		
Paja	40	tonelada/explotación
Pienso crecimiento terneros/as		
Cebada	5691	kg/explotación
Harina de extracción de soja tostada y decorticada	731	kg/explotación
Salvado de trigo	1546	kg/explotación
Gluten feed maíz	703	kg/explotación
Residuos secos de destilería de maíz	1124	kg/explotación
Torta de presión de palmiste	1686	kg/explotación
Melaza de remolacha	2108	kg/explotación
Carbonato cálcico	211	kg/explotación
Sal cálcica de ácidos grasos de palma	56	kg/explotación
Cloruro de sodio	197	kg/explotación
Pienso novillas recría		
Maíz	4637	kg/explotación
Cebada	3372	kg/explotación
Harina de extracción de soja tostada y decorticada	590	kg/explotación
Avena	1546	kg/explotación
Salvado de trigo	2108	kg/explotación
Habines	703	kg/explotación
Melaza de remolacha	703	kg/explotación
Bicarbonato de sodio	126	kg/explotación
Carbonato de calcio	211	kg/explotación
Sal cálcica de ácidos grasos de palma	56	kg/explotación
Productos de plástico		
Balas de plástico y otros	270	kg/explotación
Infraestructuras		
Edificación para animales	753	m ²
Edificación para maquinaria y otros	150	m ²
Energía		
Gasóleo	216662	MJ/explotación
Electricidad		
Electricidad, iluminación	15	kWh/explotación
Agua		
Agua (río)	262,8	m ³
Agua (lluvia)	70,08	m ³
Agua (red)	251,12	m ³
Transporte		
Transporte pienso	3513	tkm/explotación
Transporte planta incineración	33	tkm/explotación
Transporte a la gestión de residuos (reciclaje)	8	tkm/explotación
TOTAL camión	3554	tkm/explotación
Residuos		
Vertedero	0	kg/explotación
Incineración	440	kg/explotación
Compostaje	0	kg/explotación
Digestión anaeróbica	0	kg/explotación

Reciclaje	273,5	kg/explotación
------------------	-------	----------------

Tabla 5. Edad y peso de las categorías productivas de la Explotación 1 (vacuno de carne) localizada en Araba.

Categorías productivas	Nº animales	Peso inicial (kg)	Peso final (kg)	Edad inicial a Edad final (días)
Ternero/a lactancia (0-6 meses)	25	40	230	0 a 182
Ternero/a reposición (0,5-1 año)	6	230	500	182 a 365
Macho reproductor reposición (1-2 años)	0	500	700	365 a 730
Macho reproductor reposición (2-3 años)	0,2	700	800	730 a 1095
Añojo hembra reposición (1-2 años)	15	500	550	365 a 730
Novilla reposición (2-3 años)	7	550	600	730 a 1095
Macho reproductor (> 3 años)	1	800	800	>1095
Hembra reproductora (> 3 años)	25	600	600	>1095

3.2. Inventario Explotación 2 – Vacuno de carne 2

Tabla 6. Inventario de la Explotación 2 (vacuno de carne) localizada en Araba.

Explotación 2	Valor	Unidades
RENDIMIENTO, Ternero/a Peso vivo para engorde	0,210	tonelada/animal
RENDIMIENTO, Vaca Peso vivo para carne	0,550	tonelada/animal
RENDIMIENTO, Toro Peso vivo para carne	0,800	tonelada/animal
Productos		
Nº Terneros/as para engorde	61	p/explotación
Coproductos		
Vaca Peso vivo para carne	4,1	tonelada/explotación
Toro Peso vivo para carne	0,4	tonelada/explotación
Recursos naturales		
Ocupación suelo, área ocupada por animales	1660680	m ² /explotación
Ocupación suelo, resto explotación	250664	m ² /explotación
Flujo productos		
Nº animales	146	p/explotación
Lecho, paja	14	tonelada/explotación
Fertilizantes		
Estiércol sólido	42	tonelada/explotación
Nutrición animal		
Pastoreo		
Prado valle	280000	m ²
Prado montaña	1380500	m ²
Cultivos		
Prado de corte para henificar y ensilar	250200	m ²
Complementos		
Paja	21	tonelada/explotación
Pienso crecimiento terneros/as		
Maíz	2224	kg/explotación
Cebada 11,3% PB	1594	kg/explotación
Harina de soja 44% PB	279	kg/explotación
Harina de extracción semilla colza 00	531	kg/explotación
DDGS maíz	398	kg/explotación
Gluten feed maíz 19% PB	664	kg/explotación
Cascarilla soja	664	kg/explotación

Aceite de palma	100	kg/explotación
Sal	27	kg/explotación
Bicarbonato sódico	33	kg/explotación
Carbonato cálcico	100	kg/explotación
Corrector vitamínico/mineral	27	kg/explotación
Pienseo vacas		
Harina de maíz	292	kg/explotación
Gluten feed 19% PB	4519	kg/explotación
Harina de extracción de soja tostada y decorticada	459	kg/explotación
Harina cebada (mezcla forrajera)	2729	kg/explotación
Salvado de trigo	8588	kg/explotación
Harina de girasol 34% PB	1904	kg/explotación
Sal	95	kg/explotación
Carbonato de calcio	355	kg/explotación
Corrector vitamínico/mineral	38	kg/explotación
Productos de plástico		
Balas de plástico y otros	90	kg/explotación
Infraestructuras		
Edificación para animales	180	m ²
Edificación para maquinaria y otros	1006	m ²
Energía		
Gasóleo	165980	MJ/explotación
Electricidad		
Electricidad (red)	28	kWh/explotación
Agua		
Agua (río)	1546,5	m ³
Agua (lluvia)	309,3	m ³
Agua (red)	206,2	m ³
Transporte		
Transporte pienso	2869	tkm/explotación
Transporte planta incineración	170	tkm/explotación
Transporte a la gestión de residuos (reciclaje)	2	tkm/explotación
TOTAL camión	3042	tkm/explotación
Residuos		
Vertedero	0	kg/explotación
Incineración	2622	kg/explotación
Compostaje	0	kg/explotación
Digestión anaeróbica	0	kg/explotación
Reciclaje	90	kg/explotación

Tabla 7. Edad y peso de las categorías productivas de la Explotación 2 (vacuno de carne) localizada en Araba.

Categorías productivas	Nº animales	Peso inicial (kg)	Peso final (kg)	Edad inicial a Edad final (días)
Ternero/a lactancia (0-6 meses)	76	40	200	0 a 204
Ternero/a reposición (0,5-1 año)	7	200	400	204 a 365
Macho reproductor reposición (1-2 años)	0	500	700	365 a 730
Macho reproductor reposición (2-3 años)	0,5	700	800	730 a 1095
Añojo hembra reposición (1-2 años)	19	400	450	365 a 730
Novilla reposición (2-3 años)	8	450	550	730 a 1095
Macho reproductor (> 3 años)	7	800	800	>1095
Hembra reproductora (> 3 años)	105	550	550	>1095

3.3. Inventario Explotación 3 – Vacuno de carne 3

Tabla 8. Inventario de la Explotación 3 (vacuno de carne) localizada en Araba.

Explotación 3	Valor	Unidades
RENDIMIENTO, Ternero/a Peso vivo para carne	0,487	tonelada/animal
RENDIMIENTO, Vaca Peso vivo para carne	0,550	tonelada/animal
RENDIMIENTO, Toro Peso vivo para carne	0,800	tonelada/animal
Productos		
Terneros/as Peso vivo para carne	11	tonelada/explotación
Coproductos		
Vaca Peso vivo para carne	3	tonelada/explotación
Toro Peso vivo para carne	0,2	tonelada/explotación
Recursos naturales		
Ocupación suelo, área ocupada por animales	409596	m ² /explotación
Ocupación suelo, resto explotación	70	m ² /explotación
Flujo productos		
Nº animales	74	p/explotación
Lecho, paja	28	tonelada/explotación
Fertilizantes		
Estiércol sólido	191	tonelada/explotación
Fertilizante mineral (0-19-7)	942	kg/explotación
Nutrición animal		
Pastoreo		
Prado valle	125800	m ²
Prado comunal montaña	283100	m ²
Complementos		
Paja	45,5	tonelada/explotación
Pienso crecimiento terneros/as		
Maíz	8942	kg/explotación
Cebada 11,3% PB	6406	kg/explotación
Tercerilla	2135	kg/explotación
Guisantes	1121	kg/explotación
Harina de soja 48% PB	1121	kg/explotación
Harina de colza	2135	kg/explotación
Trigo	2669	kg/explotación
Girasol	400	kg/explotación
Palmiste	400	kg/explotación
Aceite de palma	400	kg/explotación
Carbonato cálcico	400	kg/explotación
Melaza de caña	320	kg/explotación
Bicarbonato sódico	107	kg/explotación
Sal	107	kg/explotación
Óxido de Magnesio	27	kg/explotación
Pienso vacas		
Cebada	6406	kg/explotación
Tercerilla	8007	kg/explotación
Alfalfa	8007	kg/explotación
Torta de palmiste	400	kg/explotación
Harina de girasol 34% PB	1601	kg/explotación
Harina de soja 48% PB	1121	kg/explotación
Melaza de caña	320	kg/explotación

Sal	107	kg/explotación
Carbonato de calcio	400	kg/explotación
Aceite de palma	267	kg/explotación
Corrector vitamínico/mineral	53	kg/explotación
Productos de plástico		
Balas de plástico y otros	30	kg/explotación
Infraestructuras		
Edificación para animales	696	m ²
Edificación para maquinaria y otros	70	m ²
Energía		
Gasóleo	147375	MJ/explotación
Electricidad		
Electricidad (red)	812	kWh/explotación
Agua		
Agua (río)	328,5	m ³
Agua (lluvia)	65,7	m ³
Agua (red)	262,8	m ³
Transporte		
Transporte paja, heno + fertilizante	1011	tkm/explotación
Transporte pienso	4110	tkm/explotación
Transporte planta incineración	42	tkm/explotación
Transporte a la gestión de residuos (reciclaje)	1	tkm/explotación
TOTAL camión	5164	tkm/explotación
Residuos		
Vertedero	0	kg/explotación
Incineración	800	kg/explotación
Compostaje	0	kg/explotación
Digestión anaeróbica	0	kg/explotación
Reciclaje	30	kg/explotación

Tabla 9. Edad y peso de las categorías productivas de la Explotación 3 (vacuno de carne) localizada en Araba.

Categorías productivas	Nº animales	Peso inicial (kg)	Peso final (kg)	Edad inicial a Edad final (días)
Ternero/a lactancia (0-6 meses)	30	40	200	0 a 182
Ternero/a cebo sacrificio (6-11 meses)	25	200	487	182 a 335
Ternero/a reposición (6-12 meses)	5	200	500	182 a 365
Macho reproductor reposición (1-2 años)	0,2	500	700	365 a 730
Macho reproductor reposición (2-3 años)	0,2	700	800	730 a 1095
Añojo hembra reposición (1-2 años)	11	500	550	365 a 730
Novilla reposición (2-3 años)	7	550	600	730 a 1095
Macho reproductor (> 3 años)	1	800	800	>1095
Hembra reproductora (> 3 años)	24	600	600	>1095

3.4. Inventario Explotación 4 – Vacuno de leche 1

Tabla 10. Inventario de la Explotación 4 (vacuno de leche) localizada en Araba.

Explotación 4	Valor	Unidades
RENDIMIENTO, Ternero/a Peso vivo engorde	0,088	tonelada/animal
RENDIMIENTO, Vaca Peso vivo para carne	0,600	tonelada/animal
Productos		
Leche comercializada	496000	litros/explotación
Coproductos		
Vaca Peso vivo para carne	17	tonelada/explotación
Toro Peso vivo para carne	3	tonelada/explotación
Recursos naturales		
Ocupación suelo, área ocupada por animales	569219	m ² /explotación
Ocupación suelo, resto explotación	203224	m ² /explotación
Flujo productos		
Nº animales	130	p/explotación
Lecho, paja	13,5	tonelada/explotación
Fertilizantes		
Estiércol sólido	37	tonelada/explotación
Nitrato 27	6630	kg/explotación
NPK	6630	kg/explotación
Nutrición animal		
Pastoreo		
Prado	567526	m ²
Complementos		
Leche artificial	1005	kg/explotación
Cultivos		
Heno hierba	38000	m ²
Silo hierba	164474	m ²
Pienso vacas		
Maíz	77600	kg/explotación
Soja 47	43640	kg/explotación
Cebada cervecera	30460	kg/explotación
Trigo blando	12180	kg/explotación
DDGS maíz	12180	kg/explotación
Cascarilla de soja	8940	kg/explotación
Melaza de caña	5100	kg/explotación
Grasa	2920	kg/explotación
Minerales	5080	kg/explotación
Sal	1000	kg/explotación
Urea	900	kg/explotación
Productos de plástico		
Balas de plástico y otros	1140	kg/explotación
Infraestructuras		
Edificación para animales	1693	m ²
Edificación para maquinaria y otros	750	m ²
Energía		
Gasóleo	347400	MJ/explotación
Electricidad		
Electricidad (red)	40070	kWh/explotación
Agua		
Agua limpieza (red)	62,41	m ³
Agua alimentación (red)	1143,60	m ³
Transporte		
Transporte pienso + leche artificial	7839	tkm/explotación
Transporte planta incineración	43	tkm/explotación
Transporte a la gestión de residuos (reciclaje)	35	tkm/explotación
TOTAL camión	7917	tkm/explotación

Residuos		
Vertedero	0	kg/explotación
Incineración	700	kg/explotación
Compostaje	0	kg/explotación
Digestión anaeróbica	0	kg/explotación
Reciclaje	1182	kg/explotación

Tabla 11. Edad y peso de las categorías productivas de la Explotación 4 (vacuno de leche) localizada en Araba.

Categorías productivas	Nº animales	Peso inicial (kg)	Peso final (kg)	Edad inicial a Edad final (días)
Ternero/a lactancia (0-2,5 meses)	66	40	88	0 a 75
Ternera reposición (6-12 meses)	30	88	420	75 a 365
Añojo hembra reposición (1-2 años)	28	420	550	365 a 730
Novilla reposición (2-3 años)	28	550	600	730 a 1095
Macho reproductor (> 3 años)	0	727	727	>1095
Hembra reproductora lactación (> 3 años)	36	600	600	>1095
Hembra reproductora no lactación (> 3 años)	7	600	600	>1095

3.5. Inventario Explotación 5 – Vacuno de leche 2

Tabla 12. Inventario de la Explotación 5 (vacuno de leche) localizada en Araba.

Explotación 5	Valor	Unidades
RENDIMIENTO, Ternero/a Peso vivo engorde	0,088	tonelada/animal
RENDIMIENTO, Vaca Peso vivo para carne	0,600	tonelada/animal
Productos		
Leche comercializada	515444	litros/explotación
Coproductos		
Vaca Peso vivo para carne	17	tonelada/explotación
Toro Peso vivo para carne	4	tonelada/explotación
Recursos naturales		
Ocupación suelo, área ocupada por animales	301796	m ² /explotación
Ocupación suelo, resto explotación	200483	m ² /explotación
Flujo productos		
Nº animales	144	p/explotación
Lecho, paja	35	tonelada/explotación
Fertilizantes		
Estiércol sólido	280	tonelada/explotación
Purín líquido	1182	m ³ /explotación
Nitrato 27	6012	kg/explotación
Nutrición animal		
Pastoreo		
Prado	300612	m ²
Complementos		
Leche artificial	400	kg/explotación
Cultivos		
Silo de hierba	200408	m ²
Pienso vacas en lactación		
Harina de extracción de soja tostada	110504	kg/explotación
Lías insolubles de destilería de maíz	35205	kg/explotación
Harina de extracción de semilla de colza	29337	kg/explotación

Melaza de remolacha	15647	kg/explotación
Carbonato de calcio	2934	kg/explotación
Bicarbonato de calcio	978	kg/explotación
Bicarbonato de sodio	978	kg/explotación
Pienso vacas secas y novillas		
Harinillas de trigo	7695	kg/explotación
Harina de extracción de soja tostada	16160	kg/explotación
Lías insolubles de destilería de maiz	6926	kg/explotación
Harina de extracción de palmiste	3848	kg/explotación
Melaza de remolacha	3078	kg/explotación
Cloruro de sodio	192	kg/explotación
Carbonato de calcio	577	kg/explotación
Productos de plástico		
Balas de plástico y otros	2751	kg/explotación
Infraestructuras		
Edificación para animales	1184	m ²
Edificación para maquinaria y otros	225	m ²
Energía		
Gasóleo	322310	MJ/explotación
Electricidad		
Electricidad (red)	16822	kWh/explotación
Agua		
Agua limpieza (red)	248	m ³
Agua alimentación (red)	3062	m ³
Transporte		
Transporte paja	1365	tkm/explotación
Transporte pienso + leche artificial	9144	tkm/explotación
Transporte planta incineración	278	tkm/explotación
Transporte a la gestión de residuos (reciclaje)	97	tkm/explotación
TOTAL camión	10884	tkm/explotación
Resíduos		
Vertedero	0	kg/explotación
Incineración	4625	kg/explotación
Compostaje	0	kg/explotación
Digestión anaeróbica	0	kg/explotación
Reciclaje	2810	kg/explotación

Tabla 13. Edad y peso de las categorías productivas de la Explotación 5 (vacuno de leche) localizada en Araba.

Categorías productivas	Nº animales	Peso inicial (kg)	Peso final (kg)	Edad inicial a Edad final (días)
Ternero/a lactancia (0-2,5 meses)	81	40	88	0 a 75
Ternera reposición (6-12 meses)	30	88	420	75 a 365
Añojo hembra reposición (1-2 años)	28	420	600	365 a 730
Novilla reposición (2-3 años)	28	600	600	730 a 1095
Macho reproductor (> 3 años)	0	727	727	>1095
Hembra reproductora lactación (> 3 años)	48	600	600	>1095
Hembra reproductora no lactación (> 3 años)	10	600	600	>1095

3.6. Inventario Explotación 6 – Vacuno de leche 3

Tabla 14. Inventario de la Explotación 6 (vacuno de leche) localizada en Araba.

Explotación 6	Valor	Unidades
RENDIMIENTO, Ternero/a Peso vivo engorde	0,080	tonelada/animal
RENDIMIENTO, Vaca Peso vivo para carne	0,650	tonelada/animal
Productos		
Leche comercializada	5497423	litros/explotación
Coproductos		
Vaca Peso vivo para carne	82,9	tonelada/explotación
Toro Peso vivo para carne	22	tonelada/explotación
Recursos naturales		
Ocupación suelo, área ocupada por animales	2557630	m ² /explotación
Ocupación suelo, resto explotación	771820	m ² /explotación
Flujo productos		
Nº animales	849	p/explotación
Lecho, paja	45	tonelada/explotación
Lecho, serrín	16	tonelada/explotación
Fertilizantes		
Estiércol sólido	784320	kg/explotación
Purín líquido	14256	kg/explotación
Amoníaco cálcico 27%	22500	kg/explotación
40 Ntotal, 35% urea, azufre	12000	kg/explotación
Nutrición animal		
Pastoreo		
Prado	2555500	m ²
Complementos		
Leche artificial	2920000	kg/explotación
Silo maíz	1200000	kg/explotación
Paja	218611	kg/explotación
Heno alfalfa	191570	kg/explotación
Melaza	221580	kg/explotación
Cultivos		
Silo de hierba	382229	m ²
Silo maíz	387771	m ²
Pienso vacas en lactación		
Harina de soja 47%	788984	kg/explotación
Copos de maíz	663687	kg/explotación
Maíz	474208	kg/explotación
Bicarbonato sódico	32704	kg/explotación
Carbonato cálcico	30660	kg/explotación
Sales de ácidos grasos	18396	kg/explotación
Sales de ácidos grasos	12264	kg/explotación
Ácido palmítico	8380	kg/explotación
Óxido de Magnesio	6132	kg/explotación
Aditivos	8585	kg/explotación
Pienso novillas		
Maíz	329376	kg/explotación
Harina de soja 47%	208050	kg/explotación
Cáscara de soja	191844	kg/explotación
Trigo	87600	kg/explotación
Cebada	17520	kg/explotación

Melaza de caña	17520	kg/explotación
Carbonato cálcico	12264	kg/explotación
Sal	7884	kg/explotación
Aditivos	3942	kg/explotación
Productos de plástico		
Balas de plástico y otros	2000	kg/explotación
Infraestructuras		
Edificación para animales	2130	m ²
Edificación para maquinaria y otros	1820	m ²
Energía		
Gasóleo	1632394	MJ/explotación
Electricidad		
Electricidad (red)	323730	kWh/explotación
Agua		
Agua limpieza (pozo)	2190	m ³
Agua alimentación (pozo)	19034,75	m ³
Transporte		
Transporte paja + serrín	34780	tkm/explotación
Transporte pienso + leche artificial	273219	tkm/explotación
Transporte planta incineración	855	tkm/explotación
Transporte a la gestión de residuos (reciclaje)	64	tkm/explotación
TOTAL camión	308918	tkm/explotación
Residuos		
Vertedero	0	kg/explotación
Incineración	14250	kg/explotación
Compostaje	0	kg/explotación
Digestión anaeróbica	0	kg/explotación
Reciclaje	2165	kg/explotación

Tabla 15. Edad y peso de las categorías productivas de la Explotación 6 (vacuno de leche) localizada en Araba.

Categorías productivas	Nº animales	Peso inicial (kg)	Peso final (kg)	Edad inicial a Edad final (días)
Ternero/a lactancia (0-2,5 meses)	466	40	80	0 a 75
Ternera reposición (6-12 meses)	190	80	420	75 a 365
Añojo hembra reposición (1-2 años)	162	420	600	365 a 730
Novilla reposición (2-3 años)	159	600	650	730 a 1095
Macho reproductor (> 3 años)	0	727	727	>1095
Hembra reproductora lactación (> 3 años)	282	650	650	>1095
Hembra reproductora no lactación (> 3 años)	55	650	650	>1095

3.7. Inventario Explotación 7 – Ovino de leche 1

Tabla 16. Inventario de la Explotación 7 (ovino de leche) localizada en Gipuzkoa.

Explotación 7	Valor	Unidades
RENDIMIENTO, Cordero/a Peso Vivo para carne	0,010	tonelada/animal
RENDIMIENTO, Oveja Peso Vivo para Carne	0,055	tonelada/animal
RENDIMIENTO, Carnero Peso Vivo para Carne	0,075	tonelada/animal
RENDIMIENTO, Lana por animal	0,002	tonelada/animal
Productos		
Leche para queso	12946	litros/explotación
Coproductos		
Cordero/a Peso Vivo para Carne	1,4	tonelada/explotación

Oveja Peso Vivo para Carne	1,9	tonelada/explotación
Carnero Peso Vivo para Carne	0,1	tonelada/explotación
Lana	0,375	tonelada/explotación
Recursos naturales		
Ocupación suelo, área ocupada por animales	128323	m ² /explotación
Ocupación suelo, resto explotación	21997	m ² /explotación
Flujo productos		
Nº animales	196	p/explotación
Lecho, helecho	1,5	tonelada/explotación
Fertilizantes		
Estiércol sólido	113,64	m ³ /explotación
Nutrición animal		
Pastoreo		
Prado	128153	m ²
Cultivos		
Heno de hierba	21847	m ²
Pienso		
Avena	5175	kg/explotación
Guisante	4600	kg/explotación
Maíz	1725	kg/explotación
Productos de plástico		
Balas de plástico y otros	200	kg/explotación
Infraestructuras		
Edificación para animales	170	m ²
Edificación para maquinaria y otros	150	m ²
Energía		
Gasóleo	95761	MJ/explotación
Electricidad		
Electricidad (red)	444	kWh/explotación
Agua		
Agua limpieza (red)	171,42	m ³
Agua alimentación (red)	96,03	m ³
Transporte		
Transporte pienso	284	tkm/explotación
Transporte planta incineración	25	tkm/explotación
Transporte a la gestión de residuos (reciclaje)	8	tkm/explotación
TOTAL camión	316	tkm/explotación
Resíduos		
Vertedero	0	kg/explotación
Incineración	560	kg/explotación
Compostaje	0	kg/explotación
Digestión anaeróbica	0	kg/explotación
Reciclaje	250	kg/explotación

Tabla 17. Edad y peso de las categorías productivas de la Explotación 7 (ovino de leche) localizada en Gipuzkoa.

Categorías productivas	Nº animales	Peso inicial (kg)	Peso final (kg)	Edad inicial a Edad final (días)
Lechal (<1 mes)	183	4	10	0 a 30
Cordero pascual (<3 meses)	0	10	28	30 a 90
Semental joven (1-12 meses)	1	10	75	30 a 365
Semental (>1 año)	4	75	75	> 365
Oveja reposición (1-12 meses)	37	10	45	30 a 365
Oveja 1a gestación (12-17 meses)	17	45	55	365 a 517
Oveja adulta (>17 meses)	137	55	55	> 517

3.8. Inventario Explotación 8 – Ovino de leche 2

Tabla 18. Inventario de la Explotación 8 (ovino de leche) localizada en Gipuzkoa.

Explotación 8	Valor	Unidades
RENDIMIENTO, Cordero/a Peso Vivo para carne	0,011	tonelada/animal
RENDIMIENTO, Oveja Peso Vivo para Carne	0,040	tonelada/animal
RENDIMIENTO, Carnero Peso Vivo para Carne	0,075	tonelada/animal
RENDIMIENTO, Lana por animal	0,002	tonelada/animal
Productos		
Leche para queso	19000	litros/explotación
Coproductos		
Cordero/a Peso Vivo para Carne	4,18	tonelada/explotación
Oveja Peso Vivo para Carne	1,4	tonelada/explotación
Carnero Peso Vivo para Carne	0,033	tonelada/explotación
Lana	0	tonelada/explotación
Recursos naturales		
Ocupación suelo, área ocupada por animales	514444	m ² /explotación
Ocupación suelo, resto explotación	4650	m ² /explotación
Flujo productos		
Nº animales	386	p/explotación
Lecho, heno	7,1	tonelada/explotación
Fertilizantes		
Estiércol sólido	302,38	tonelada/explotación
Nutrición animal		
Pastoreo		
Prado	513600	m ²
Cultivos		
Forraje de alfalfa	4500	m ²
Pienso 1		
Cebada	870	kg/explotación
Harina semillas girasol	626	kg/explotación
Harina semillas colza	487	kg/explotación
Paja cereales	1121	kg/explotación
Melaza	870	kg/explotación
Carbonato cálcico	49	kg/explotación
Cloruro sódico	49	kg/explotación
Pienso 2		
Cebada	1148	kg/explotación
Alfalfa	626	kg/explotación
Maíz	522	kg/explotación
Avena	348	kg/explotación
harina de semilla de girasol	174	kg/explotación
Harina de semilla de colza	181	kg/explotación
Paja de cereales	209	kg/explotación
Habines	70	kg/explotación
Melaza de remolacha	70	kg/explotación
Aceite vegetal crudo de soja	35	kg/explotación
Carbonato cálcico	49	kg/explotación
Cloruro sódico	49	kg/explotación
Productos de plástico		
Balas de plástico y otros	90	kg/explotación
Infraestructuras		
Edificación para animales	844	m ²

Edificación para maquinaria y otros	150	m ²
Energía		
Gasóleo	54849	MJ/explotación
Gas natural	42450	kWh/explotación
Electricidad		
Electricidad (red)	4800	kWh/explotación
Agua		
Agua limpieza	2910	m ³
Agua alimentación	1260	m ³
Transporte		
Transporte pienso + resto alimentos	4109	tkm/explotación
Transporte planta incineración	8	tkm/explotación
Transporte a la gestión de residuos	11	tkm/explotación
TOTAL camión	4128	tkm/explotación
Resíduos		
Vertedero	250	kg/explotación
Incineración	240	kg/explotación
Compostaje	0	kg/explotación
Digestión anaeróbica	0	kg/explotación
Reciclaje	470	kg/explotación

Tabla 19. Edad y peso de las categorías productivas de la Explotación 8 (ovino de leche) localizada en Gipuzkoa.

Categorías productivas	Nº animales	Peso inicial (kg)	Peso final (kg)	Edad inicial a Edad final (días)
Lechal (<1 mes)	425	4	10	0 a 30
Cordero pascual (<3 meses)	0	10	28	30 a 90
Semental joven (1-12 meses)	0,4	10	75	30 a 365
Semental (>1 año)	4	75	75	> 365
Oveja reposición (1-12 meses)	37	10	30	30 a 365
Oveja 1a gestación (12-17 meses)	34	30	40	365 a 517
Oveja adulta (>17 meses)	311	40	40	> 517

3.9. Inventario Explotación 9 – Ovino de leche 3

Tabla 20. Inventario de la Explotación 9 (ovino de leche) localizada en Gipuzkoa.

Explotación 9	Valor	Unidades
RENDIMIENTO, Cordero/a Peso Vivo para carne	0,011	tonelada/animal
RENDIMIENTO, Oveja Peso Vivo para Carne	0,055	tonelada/animal
RENDIMIENTO, Carnero Peso Vivo para Carne	0,075	tonelada/animal
RENDIMIENTO, Lana por animal	0,002	tonelada/animal
Productos		
Leche para queso	20120	litros/explotación
Coproductos		
Cordero/a Peso Vivo para Carne	1,73	tonelada/explotación
Oveja Peso Vivo para Carne	3,5	tonelada/explotación
Carnero Peso Vivo para Carne	0,3	tonelada/explotación
Lana	1	tonelada/explotación
Recursos naturales		
Ocupación suelo, área ocupada por animales	489490	m ² /explotación
Ocupación suelo, resto explotación	20510	m ² /explotación
Flujo productos		
Nº animales	406	p/explotación

Lecho, paja	18	tonelada/explotación
Fertilizantes		
Estiércol sólido	227	m ³ /explotación
Nutrición animal		
Pastoreo		
Prado	488566	m ²
Cultivos		
Heno de hierba	20000	m ²
Pienso		
Avena	4800	kg/explotación
Guisante	9600	kg/explotación
Maíz	9600	kg/explotación
Productos de plástico		
Balas de plástico y otros	300	kg/explotación
Infraestructuras		
Edificación para animales	924	m ²
Edificación para maquinaria y otros	510	m ²
Energía		
Gasóleo	240864	MJ/explotación
Electricidad		
Electricidad (red)	7220	kWh/explotación
Electricidad (paneles fotovoltaicos)	4813	kWh/explotación
Agua		
Agua limpieza	171,42	m ³
Agua alimentación	469,58	m ³
Transporte		
Transporte pienso + resto alimentos	1061	tkm/explotación
Transporte planta incineración	19	tkm/explotación
Transporte a la gestión de residuos	0	tkm/explotación
TOTAL camión	1080	tkm/explotación
Residuos		
Vertedero	0	kg/explotación
Incineración	564	kg/explotación
Compostaje	0	kg/explotación
Digestión anaeróbica	0	kg/explotación
Reciclaje	400	kg/explotación

Tabla 21. Edad y peso de las categorías productivas de la Explotación 9 (ovino de leche) localizada en Gipuzkoa.

Categorías productivas	Nº animales	Peso inicial (kg)	Peso final (kg)	Edad inicial a Edad final (días)
Lechal (<1 mes)	233	4	10	0 a 30
Cordero pascual (<3 meses)	0	10	28	30 a 90
Semental joven (1-12 meses)	2	10	75	30 a 365
Semental (>1 año)	14	75	75	> 365
Oveja reposición (1-12 meses)	64	10	45	30 a 365
Oveja 1a gestación (12-17 meses)	68	45	55	365 a 517
Oveja adulta (>17 meses)	258	55	55	> 517

Tabla 22. Resultados de las emisiones de las 9 explotaciones analizadas en el presente estudio con respecto a la fermentación entérica, el pastoreo y la gestión de las deyecciones ganaderas.

	Exp. 1 Vacuno de carne	Exp. 2 Vacuno de carne	Exp. 3 Vacuno de carne	Exp. 4 Vacuno de leche	Exp. 5 Vacuno de leche	Exp. 6 Vacuno de leche	Exp. 7 Ovino de leche	Exp. 8 Ovino de leche	Exp. 9 Ovino de leche
Fermentación entérica (kg)/año									
CH ₄	4420,95	12954,13	4908,68	11276,26	13065,52	76203,25	1110,26	2288,76	2189,02
Pastoreo/gestión de estiércol y purines (kg)/año									
CH ₄	88,36	129,81	119,99	1117,59	4461,88	14888,92	36,00	47,56	77,44
N ₂ O	98,18	172,83	100,26	431,38	414,97	2063,89	37,36	80,82	61,88
NH ₃	495,24	1389,41	578,74	2379,60	2079,50	11656,78	179,76	384,63	327,00
NMVOG	0,89	0,41	0,91	4,84	5,06	24,65	10,82	21,84	21,24
PM _{2,5}	11,74	33,34	13,83	50,39	57,96	335,76	7,57	16,22	12,77
PM ₁₀	17,92	50,84	21,35	78,03	89,76	520,08	22,70	48,65	38,31
Aplicación en campo (kg)/año									
NH ₃	68,57	5,23	92,06	1155,15	2205,10	10487,73	66,93	143,11	121,28
N ₂ O	20,25	3,72	16,41	79,99	135,65	586,22	4,73	10,96	13,36
NO ₃	405,00	74,40	328,13	1599,84	2713,07	11724,42	94,55	219,29	267,15
NO ₂	53,23	9,78	43,13	210,26	356,57	1540,92	28,24	65,50	79,80
NMVOG	1,73	0,00	1,52	12,71	16,68	45,03	13,12	26,54	30,77

3.10. Calidad de los datos

Dado el interés en establecer un baremo de calidad de los datos utilizados, se ha hecho una adaptación de los criterios de representatividad sugeridos por la EF (EC 2013) para aplicarla en nuestro estudio, evaluando para cada uno de los procesos implicados si se tratan de datos locales validados por expertos (óptimo: puntuación 1) o datos secundarios obtenidos de bases de datos o literatura, con diferente grado de puntuación dependiendo del origen de la base de datos. En general, se puede afirmar que los datos primarios correspondientes a la producción agropecuaria presentan un nivel de calidad alto (promedio 1,6). En la **Tabla 23** se presenta un resumen detallado de la valoración de calidad de los datos primarios empleados de acuerdo con su representatividad tecnológica, Te, geográfica, G, temporal, Ti, y precisión/incertidumbre, P.

Tabla 23. Ratio de calidad de los datos. Q: Promedio; Te: representatividad tecnológica; G: representatividad geográfica; Ti representatividad temporal; P: precisión/incertidumbre.

	Q	Te	G	Ti	P	Comentarios
Promedio Producción	1,6	2,2	1,4	1,2	1,6	
Pasto	1	1	1	1	1	Datos validados, propios de las explotaciones.
Piensos	1,5	2	2	1	1	Datos estimados a nivel nacional.
Material auxiliar	1	1	1	1	1	Datos validados, propios de las explotaciones.
Infraestructura	2,5	3	2	2	3	Datos de superficie de la explotación. Estimación de materiales mediante bases de datos secundarios.
Gasoil	1	1	1	1	1	Datos validados, propios de las explotaciones.
Electricidad	2,25	3	2	1	3	Datos estimados según infraestructura explotación.
Transporte	1,25	2	1	1	1	Datos validados, propios de las explotaciones. Tecnología aproximada procedente de bases secundarias.
Residuos	1,75	3	1	1	2	Datos estimados, procedentes de bases de datos secundarios.
Emisiones	2	2	2	2	2	Datos estimados mediante informes de expertos en el sector.
Agua	1,75	4	1	1	1	Datos estimados mediante informes de expertos en el sector.

Te=1 Tecnología utilizada; Te=2 Tecnología aproximada procedente de bases de datos secundarias proceso similar; Te=3 Tecnología genérica procedente de bases de datos secundarias proceso medio; Te=4 Datos bibliográficos; Ti=1 Datos actuales; Ti=2 datos estimados como actuales; G=1 correspondiente a la geografía donde se estudia, en este caso Cataluña; G=2 datos correspondientes a bases de datos de geografía más amplia ex, EUROPA; P= 1 datos expresamente medidos y/o calculados representativos y verificados por un 3º; P=2 datos proporcionados por los expertos con alta variabilidad; P=3, datos estimados o calculados y parcialmente revisados por expertos.

4. Análisis del impacto

Las **Tabla 24**, **Tabla 25** y **Tabla 26** presentan los resultados caracterizados para las 9 explotaciones analizadas agrupadas en cuanto al impacto total. En este sentido, se han obtenido resultados en las unidades equivalentes para las 16 categorías ambientales analizadas mediante la metodología Environmental Footprint 3.0. Dado que las granjas son diferentes en cuanto a dimensiones y productos elaborados, los resultados por granja no son comparables entre sí. Sin embargo, sí que podemos identificar los procesos que más contribuyen en cada una de las categorías de impacto (**figura 2**, **Figura 3** y **Figura 4**). En primer lugar, destacarían las emisiones en granja, especialmente para las categorías de cambio climático, principalmente metano, recordemos que estamos ante especies rumiantes, y aquellas relacionadas con las emisiones de amoníaco, acidificación, eutrofización terrestre y marina y micropartículas en que el amoníaco es un precursor. En segundo lugar, cabe destacar la importancia que adquiere los diferentes componentes de la alimentación, forrajes y piensos en general, que adquieren más importancia, obviamente en aquellas granjas en que la alimentación con pienso es más importante, explotaciones 5, 6 y 7. En tercer lugar destacaríamos consumo de gasóleo, seguido por importancia infraestructuras, importancia que varía en función de las diferentes explotaciones. Finalmente, y por la propia actividad de la granja aparecen uso del suelo y consumo de agua como las dos categorías, principalmente afectadas por la granja como tal, en el primer caso, especialmente por la superficie ocupada por el pasto y en el caso de la segunda por el consumo directo de aquella.

Tabla 24. Resultados caracterizados para las diferentes categorías de impacto correspondientes a las 3 explotaciones de vacuno de carne.

		Explotación 1	Explotación 2	Explotación 3
Categoría de impacto	Unidad	/ explotación	/ explotación	/ explotación
Cambio climático	kg CO ₂ eq	2,89E+05	5,10E+05	2,81E+05
Agotamiento capa Ozono	kg CFC11 eq	1,04E-02	5,78E-03	8,65E-03
Radiación ionizante, humanos	kBq U-235 eq	5,50E+03	3,23E+03	6,17E+03
Formación fotooxidantes	kg NMVOC eq	5,35E+02	4,24E+02	5,00E+02
Salud humana, micropartículas	disease inc.	2,49E-02	4,23E-02	2,33E-02
Salud humana, contaminantes no cáncer.	CTUh	4,59E-03	2,57E-03	2,31E-03
Salud humana, contaminantes cáncer.	CTUh	1,55E-04	7,62E-05	7,47E-05
Acidificación	mol H ⁺ eq	2,98E+03	4,57E+03	2,71E+03
Eutrofización agua dulce	kg P eq	2,10E+01	1,26E+01	2,04E+01
Eutrofización marina	kg N eq	9,18E+02	4,16E+02	7,75E+02
Eutrofización terrestre	mol N eq	1,23E+04	2,02E+04	1,15E+04
Ecotoxicidad agua dulce	CTUe	2,35E+06	1,53E+06	2,59E+06
Uso del suelo	Pt	5,22E+07	7,06E+07	2,24E+07
Consumo de agua	m ³ depriv.	7,11E+05	1,75E+05	7,07E+05
Agotamiento recursos fósiles	MJ	9,43E+05	4,76E+05	7,60E+05
Agotamiento recursos minerales y metales	kg Sb eq	4,16E+00	1,28E+00	2,20E+00

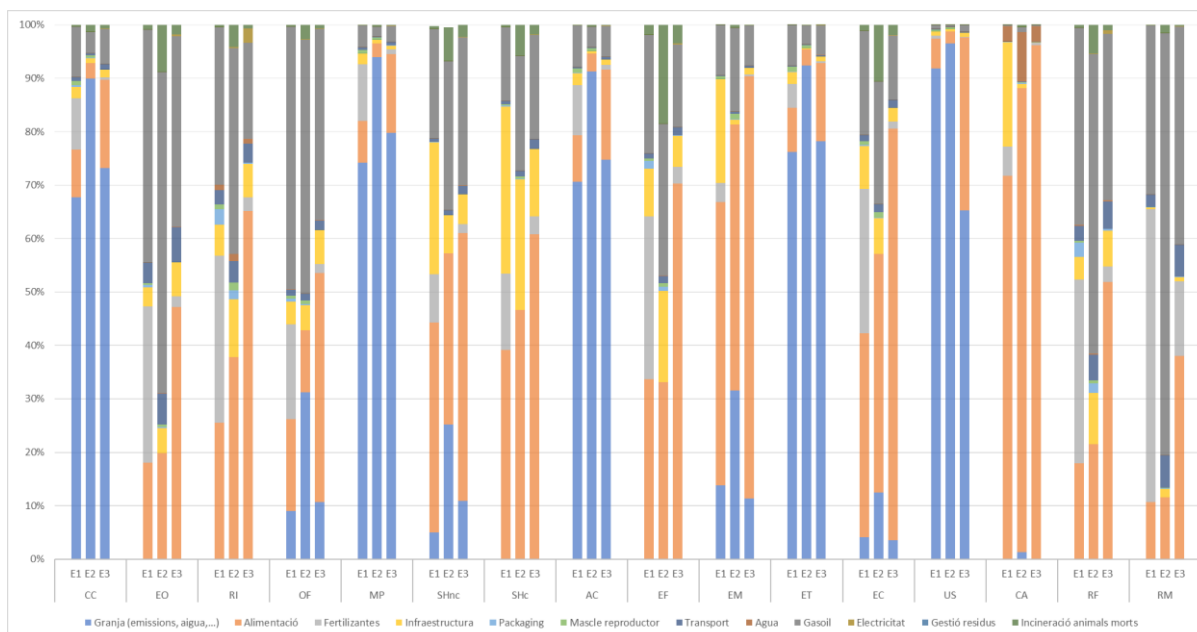


Figura 2. Representación esquemática de la contribución de los diferentes procesos en cada una de las categorías ambientales para las tres explotaciones de vacuno. CC: Cambio climático; EO: Agotamiento capa Ozono; RI: Radiación ionizante, humanos; FO: Formación fotooxidantes; MP: Salud humana, micropartículas; SHnc: Salud humana, cuento. no cáncer; SHc: Salud humana, cuento. cáncer; AC: Acidificación; ED: Eutrofización agua dulce; EM: Eutrofización marina; ET: Eutrofización terrestre; EC: Ecotoxicidad agua dulce; US: Uso del suelo; CA: Consumo agua; RF: Agotamiento recursos fósiles y RM: Agotamiento recursos minerales y metales.

Tabla 25. Resultados caracterizados para las diferentes categorías de impacto correspondientes a las 3 explotaciones de vacuno de leche.

		Explotación 4	Explotación 5	Explotación 6
Categoría de impacto	Unidad	/ explotación	/ explotación	/ explotación
Cambio climático	kg CO ₂ eq	9,49E+05	1,26E+06	9,22E+06
Agotamiento capa Ozono	kg CFC11 eq	3,10E-02	3,48E-02	3,49E-01
Radiación ionizante, humanos	kBq U-235 eq	2,54E+04	2,42E+04	3,47E+05
Formación fotooxidantes	kg NMVOC eq	1,55E+03	1,82E+03	1,80E+04
Salud humana, micropartículas	disease inc.	1,11E-01	1,30E-01	6,18E-01
Salud humana, contaminantes no cancer.	CTUh	8,01E-03	9,89E-03	1,64E-01
Salud humana, contaminantes cancer.	CTUh	2,60E-04	3,16E-04	5,09E-03
Acidificación	mol H ⁺ eq	1,35E+04	1,60E+04	7,12E+04
Eutrofización agua dulce	kg P eq	8,14E+01	1,23E+02	1,12E+03
Eutrofización marina	kg N eq	1,77E+03	2,19E+03	2,44E+04
Eutrofización terrestre	mol N eq	5,80E+04	6,91E+04	2,94E+05
Ecotoxicidad agua dulce	CTUe	1,71E+07	1,34E+07	1,53E+08
Uso del suelo	Pt	4,44E+07	4,45E+07	4,54E+08
Consumo de agua	m ³ depriv.	5,53E+05	2,17E+05	1,27E+07
Agotamiento recursos fósiles	MJ	2,94E+06	3,13E+06	3,09E+07
Agotamiento recursos minerales y metales	kg Sb eq	6,31E+00	8,05E+00	7,47E+01

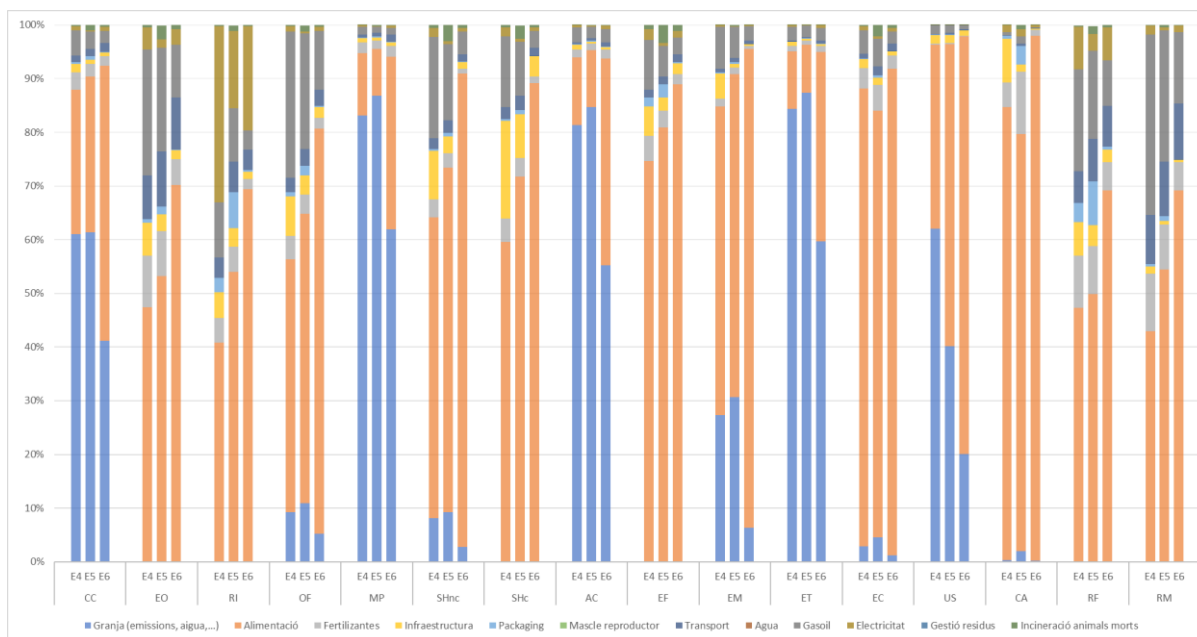


Figura 3. Representación esquemática de la contribución de los diferentes procesos en cada una de las categorías ambientales para las dos explotaciones de Ovino. CC: Cambio climático; EO: Agotamiento capa Ozono; RI: Radiación ionizante, humanos; FO: Formación fotoxidantes; MP: Salud humana, micropartículas; SHnc: Salud humana, cuento. no cáncer; SHc: Salud humana, cuento. cáncer; AC: Acidificación; ED: Eutrofización agua dulce; EM: Eutrofización marina; ET: Eutrofización terrestre; EC: Ecotoxicidad agua dulce; US: Uso del suelo; CA: Consumo agua; RF: Agotamiento recursos fósiles y RM: Agotamiento recursos minerales y metales.

Tabla 26. Resultados caracterizados para las diferentes categorías de impacto correspondientes a las 3 explotaciones de ovino de leche.

		Explotación 7	Explotación 8	Explotación 9
Categoría de impacto	Unidad	/ explotación	/ explotación	/ explotación
Cambio climático	kg CO ₂ eq	7,49E+04	1,52E+05	1,55E+05
Agotamiento capa Ozono	kg CFC11 eq	3,27E-03	5,05E-03	8,23E-03
Radiación ionizante, humanos	kBq U-235 eq	1,60E+03	4,30E+03	5,43E+03
Formación fotoxidantes	kg NMVOC eq	1,99E+02	2,91E+02	4,87E+02
Salud humana, micropartículas	disease inc.	9,91E-03	1,98E-02	1,79E-02
Salud humana, contaminantes no cancer.	CTUh	4,30E-04	1,26E-03	1,32E-03
Salud humana, contaminantes cancer.	CTUh	2,76E-05	4,21E-05	5,76E-05
Acidificación	mol H ⁺ eq	9,78E+02	1,89E+03	1,87E+03
Eutrofización agua dulce	kg P eq	8,43E+00	9,84E+00	1,69E+01
Eutrofización marina	kg N eq	3,85E+02	4,39E+02	6,30E+02
Eutrofización terrestre	mol N eq	4,24E+03	8,21E+03	8,03E+03
Ecotoxicidad agua dulce	CTUe	8,03E+05	1,65E+06	2,36E+06
Uso del suelo	Pt	7,85E+06	2,30E+07	2,33E+07
Consumo de agua	m ³ depriv.	3,45E+04	6,31E+05	9,04E+04
Agotamiento recursos fósiles	MJ	2,71E+05	4,75E+05	6,97E+05
Agotamiento recursos minerales y metales	kg Sb eq	9,12E-01	1,24E+00	2,04E+00

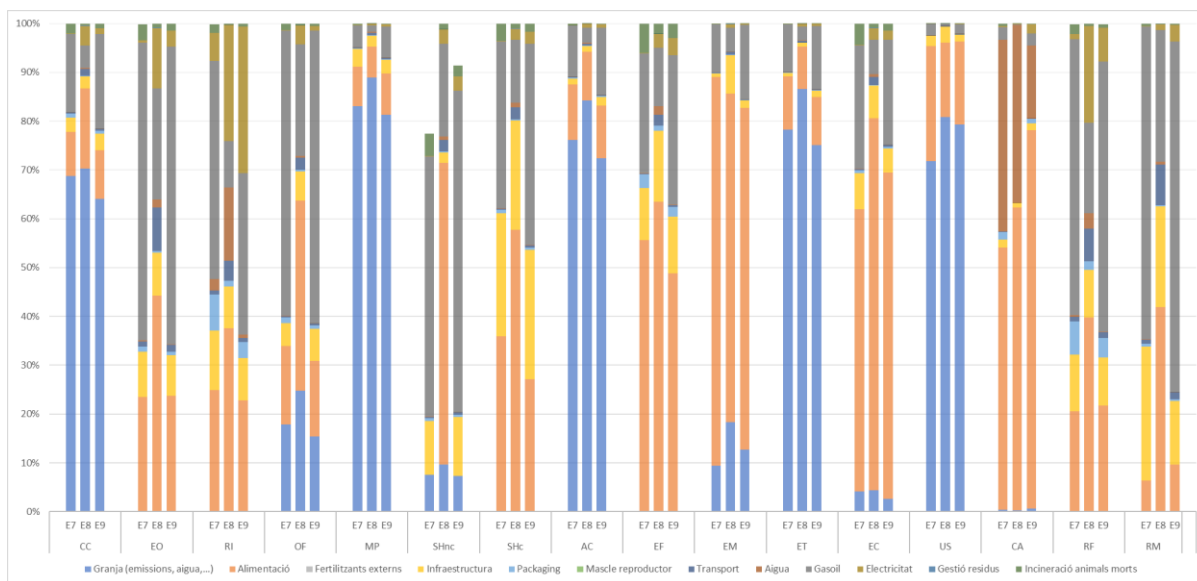


Figura 4. Representación esquemática de la contribución de los diferentes procesos en cada una de las categorías ambientales para las tres explotaciones de ovino de leche. CC: Cambio climático; EO: Agotamiento capa Ozono; RI: Radiación ionizante, humanos; FO: Formación fotooxidantes; MP: Salud humana, micropartículas; SHnc: Salud humana, cuento. no cáncer; SHc: Salud humana, cuento. cáncer; AC: Acidificación; ED: Eutrofización agua dulce; EM: Eutrofización marina; ET: Eutrofización terrestre; EC: Ecotoxicidad agua dulce; US: Uso del suelo; CA: Consumo agua; RF: Agotamiento recursos fósiles y RM: Agotamiento recursos minerales y metales .

Dado que las granjas son diferentes en cuanto a dimensiones y productos elaborados, los resultados por granja no son comparables entre sí. Por tanto, se ha procedido a la estimación realizándose una asignación de impacto en función de los tipos de productos finales obtenidos en cada explotación. Tal y como se especifica en el apartado **Objetivo y** , subapartado *Distribución de cargas ambientales*, se ha aplicado una distribución de cargas económica siguiendo las recomendaciones de LEAP (FAO, 2016), además en las explotaciones de leche se ha realizado una distribución de cargas entre carne y leche según las recomendaciones de Nemecek & Thoma (2020) o *International Dairy Federation* (IDF, 2015). Los resultados se expresan en las **Tabla 27, Tabla 28** y **Tabla 29** correspondientes a productos cárnicos y lácticos de vacuno y ovino.

Se requiere tener extrema prudencia para comparar los diferentes resultados, por ejemplo, los valores correspondientes a la explotación 1 y 2 (G1 y G2), son más altos, pero cabe recordar que son explotaciones dedicadas a la cría de terneros para ser engordados en otra explotación, resultando pues el impacto de la producción de carne de los animales de desvíeje más alto en general.

Similarmente, las explotaciones de leche presentan valores muy parecidos en los impactos de los productos cárnicos, como en el caso de los mamonos de las explotaciones de vacuno de leche.

Tabla 27. Resultados caracterizados para las diferentes categorías de impacto correspondientes a productos cárnicos de vacuno de carne.

Producto		Vaca	Vaca	Vaca	Toro	Toro	Toro	Pastero	Pastero	Ternero/a
Explotación		G1	G2	G3	G1	G2	G3	G1	G2	G3
Categoría de impacto	Unidad	/ kg peso vivo	/ kg peso vivo	/ kg peso vivo	/ kg peso vivo	/ kg peso vivo	/ kg peso vivo	/ 1 pastero (230 kg PV)	/ 1 pastero (210 kg PV)	/ kg peso vivo
Cambio climático	kg CO ₂ eq	4,02E+01	2,97E+01	1,19E+01	7,13E+01	5,26E+01	2,10E+01	8,96E+03	6,04E+03	2,15E+01
Agotamiento capa Ozono	kg CFC11 eq	1,44E-06	3,36E-07	3,65E-07	2,56E-06	5,96E-07	6,47E-07	3,21E-04	6,84E-05	6,63E-07
Radiación ionizante, humanos	kBq U-235 eq	7,65E-01	1,88E-01	2,60E-01	1,36E+00	3,33E-01	4,61E-01	1,71E+02	3,82E+01	4,73E-01
Formación fotooxidantes	kg NMVOC eq	7,43E-02	2,46E-02	2,11E-02	1,32E-01	4,37E-02	3,74E-02	1,66E+01	5,01E+00	3,83E-02
Salud humana, micropartículas	disease inc.	3,45E-06	2,46E-06	9,82E-07	6,13E-06	4,36E-06	1,74E-06	7,70E-04	5,01E-04	1,78E-06
Salud humana, cont. no càncer.	CTUh	6,38E-07	1,49E-07	9,75E-08	1,13E-06	2,65E-07	1,73E-07	1,42E-04	3,04E-05	1,77E-07
Salud humana, cont. càncer.	CTUh	2,15E-08	4,43E-09	3,15E-09	3,82E-08	7,86E-09	5,58E-09	4,80E-06	9,02E-07	5,72E-09
Acidificación	mol H+ eq	4,14E-01	2,66E-01	1,14E-01	7,34E-01	4,71E-01	2,03E-01	9,23E+01	5,41E+01	2,08E-01
Eutrofización agua dulce	kg P eq	2,92E-03	7,33E-04	8,61E-04	5,18E-03	1,30E-03	1,53E-03	6,52E-01	1,49E-01	1,57E-03
Eutrofización marina	kg N eq	1,28E-01	2,42E-02	3,27E-02	2,26E-01	4,29E-02	5,80E-02	2,84E+01	4,92E+00	5,94E-02
Eutrofización terrestre	mol N eq	1,71E+00	1,17E+00	4,87E-01	3,03E+00	2,08E+00	8,64E-01	3,81E+02	2,39E+02	8,85E-01
Ecotoxicidad agua dulce	CTUe	3,26E+02	8,87E+01	1,09E+02	5,79E+02	1,57E+02	1,93E+02	7,28E+04	1,81E+04	1,98E+02
Uso del suelo	Pt	7,26E+03	4,10E+03	9,43E+02	1,29E+04	7,28E+03	1,67E+03	1,62E+06	8,36E+05	1,71E+03
Consumo agua	m ³ eq.	9,88E+01	1,02E+01	2,98E+01	1,75E+02	1,81E+01	5,29E+01	2,20E+04	2,07E+03	5,42E+01
Agotamiento recursos fósiles	MJ	1,31E+02	2,77E+01	3,21E+01	2,32E+02	4,91E+01	5,69E+01	2,92E+04	5,63E+03	5,83E+01
Agotamiento recursos minerales y metales	kg Sb eq	5,78E-04	7,44E-05	9,29E-05	1,03E-03	1,32E-04	1,65E-04	1,29E-01	1,52E-02	1,69E-04

Tabla 28. Resultados caracterizados para las diferentes categorías de impacto correspondientes a productos cárnicos y lácteos de vacuno de leche.

Producto		Leche	Leche	Leche	Vaca	Vaca	Vaca	Mamón	Mamón	Mamón
Explotación		G4	G5	G6	G4	G5	G6	G4	G5	G6
Categoría de impacto	Unidad	/ kg	/ kg	/ kg	/ kg	/ kg	/ kg	/ 1 mamón (88 kg PV)	/ 1 mamón (88 kg PV)	/ 1 mamón (80 kg PV)
Cambio climático	kg CO ₂ eq	1,54E+00	1,95E+00	1,44E+00	6,26E+00	7,39E+00	7,36E+00	1,51E+03	1,79E+03	1,62E+03
Agotamiento capa Ozono	kg CFC11 eq	5,04E-08	5,41E-08	5,46E-08	2,04E-07	2,05E-07	2,79E-07	4,94E-05	4,95E-05	6,13E-05
Radiación ionizante, humanos	kBq U-235 eq	4,13E-02	3,77E-02	5,42E-02	1,68E-01	1,43E-01	2,77E-01	4,05E+01	3,45E+01	6,08E+01
Formación fotooxidantes	kg NMVOC eq	2,51E-03	2,83E-03	2,81E-03	1,02E-02	1,07E-02	1,44E-02	2,46E+00	2,58E+00	3,15E+00
Salud humana, micropartículas	disease inc.	1,81E-07	2,02E-07	9,65E-08	7,34E-07	7,66E-07	4,93E-07	1,77E-04	1,85E-04	1,08E-04
Salud humana, cont. no cáncer.	CTUh	1,30E-08	1,54E-08	2,56E-08	5,28E-08	5,82E-08	1,31E-07	1,28E-05	1,41E-05	2,88E-05
Salud humana, cont. cáncer.	CTUh	4,23E-10	4,92E-10	7,96E-10	1,72E-09	1,86E-09	4,07E-09	4,15E-07	4,50E-07	8,93E-07
Acidificación	mol H+ eq	2,19E-02	2,49E-02	1,11E-02	8,89E-02	9,41E-02	5,68E-02	2,15E+01	2,27E+01	1,25E+01
Eutrofización agua dulce	kg P eq	1,32E-04	1,92E-04	1,75E-04	5,37E-04	7,27E-04	8,93E-04	1,30E-01	1,76E-01	1,96E-01
Eutrofización marina	kg N eq	2,88E-03	3,41E-03	3,81E-03	1,17E-02	1,29E-02	1,95E-02	2,82E+00	3,12E+00	4,28E+00
Eutrofización terrestre	mol N eq	9,43E-02	1,08E-01	4,59E-02	3,83E-01	4,07E-01	2,35E-01	9,24E+01	9,83E+01	5,16E+01
Ecotoxicidad agua dulce	CTUe	2,78E+01	2,08E+01	2,39E+01	1,13E+02	7,88E+01	1,22E+02	2,72E+04	1,90E+04	2,69E+04
Uso del suelo	Pt	7,21E+01	6,93E+01	7,09E+01	2,93E+02	2,62E+02	3,62E+02	7,07E+04	6,33E+04	7,96E+04
Consumo agua	m ³ eq.	8,98E-01	3,37E-01	1,98E+00	3,65E+00	1,28E+00	1,01E+01	8,81E+02	3,08E+02	2,23E+03
Agotamiento recursos fósiles	MJ	4,78E+00	4,87E+00	4,82E+00	1,94E+01	1,84E+01	2,47E+01	4,68E+03	4,45E+03	5,42E+03
Agotamiento recursos minerales y metales	kg Sb eq	1,03E-05	1,25E-05	1,17E-05	4,16E-05	4,74E-05	5,96E-05	1,01E-02	1,14E-02	1,31E-02

Tabla 29. Resultados caracterizados para las diferentes categorías de impacto correspondientes a productos cárnicos y lácteos de ovino de leche.

Producto		Leche	Leche	Leche	Oveja	Oveja	Oveja	Carnero	Carnero	Carnero	Lana	Lana	Lana
Explotación		G7	G8	G9	G7	G8	G9	G7	G8	G9	G7	G8	G9
Categoría de impacto	Unidad	/ kg	/ kg	/ kg	/ kg	/ kg	/ kg	/ kg	/ kg	/ kg	/ kg	/ kg	/ kg
Cambio climático	kg CO ₂ eq	2,84E+00	3,45E+00	3,63E+00	2,98E+00	2,68E+00	4,87E+00	2,98E+00	2,68E+00	4,87E+00	1,22E+00	1,09E+00	1,99E+00
Agotamiento capa Ozono	kg CFC11 eq	1,24E-07	1,15E-07	1,93E-07	1,30E-07	8,92E-08	2,58E-07	1,30E-07	8,92E-08	2,58E-07	5,32E-08	3,64E-08	1,05E-07
Radiación ionizante, humanos	kBq U-235 eq	6,08E-02	9,78E-02	1,27E-01	6,38E-02	7,60E-02	1,70E-01	6,38E-02	7,60E-02	1,70E-01	2,61E-02	3,10E-02	6,96E-02
Formación fotooxidantes	kg NMVOC eq	7,53E-03	6,62E-03	1,14E-02	7,91E-03	5,14E-03	1,53E-02	7,91E-03	5,14E-03	1,53E-02	3,23E-03	2,10E-03	6,24E-03
Salud humana, micropartículas	disease inc.	3,76E-07	4,51E-07	4,20E-07	3,95E-07	3,50E-07	5,62E-07	3,95E-07	3,50E-07	5,62E-07	1,61E-07	1,43E-07	2,29E-07
Salud humana, cont. no cáncer.	CTUh	1,63E-08	2,86E-08	3,08E-08	1,71E-08	2,22E-08	4,13E-08	1,71E-08	2,22E-08	4,13E-08	6,99E-09	9,06E-09	1,69E-08
Salud humana, cont. cáncer.	CTUh	1,05E-09	9,56E-10	1,35E-09	1,10E-09	7,43E-10	1,81E-09	1,10E-09	7,43E-10	1,81E-09	4,49E-10	3,03E-10	7,37E-10
Acidificación	mol H ⁺ eq	3,71E-02	4,30E-02	4,38E-02	3,90E-02	3,34E-02	5,87E-02	3,90E-02	3,34E-02	5,87E-02	1,59E-02	1,37E-02	2,39E-02
Eutrofización agua dulce	kg P eq	3,20E-04	2,24E-04	3,96E-04	3,36E-04	1,74E-04	5,30E-04	3,36E-04	1,74E-04	5,30E-04	1,37E-04	7,10E-05	2,16E-04
Eutrofización marina	kg N eq	1,46E-02	9,98E-03	1,48E-02	1,53E-02	7,75E-03	1,98E-02	1,53E-02	7,75E-03	1,98E-02	6,26E-03	3,16E-03	8,07E-03
Eutrofización terrestre	mol N eq	1,61E-01	1,87E-01	1,88E-01	1,69E-01	1,45E-01	2,52E-01	1,69E-01	1,45E-01	2,52E-01	6,90E-02	5,92E-02	1,03E-01
Ecotoxicidad agua dulce	CTUe	3,05E+01	3,76E+01	5,53E+01	3,20E+01	2,92E+01	7,40E+01	3,20E+01	2,92E+01	7,40E+01	1,31E+01	1,19E+01	3,02E+01
Uso del suelo	Pt	2,98E+02	5,22E+02	5,45E+02	3,13E+02	4,06E+02	7,29E+02	3,13E+02	4,06E+02	7,29E+02	1,28E+02	1,66E+02	2,98E+02
Consumo agua	m ³ eq.	1,31E+00	1,44E+01	2,12E+00	1,37E+00	1,12E+01	2,84E+00	1,37E+00	1,12E+01	2,84E+00	5,61E-01	4,55E+00	1,16E+00
Agotamiento recursos fósiles	MJ	1,03E+01	1,08E+01	1,63E+01	1,08E+01	8,39E+00	2,19E+01	1,08E+01	8,39E+00	2,19E+01	4,41E+00	3,43E+00	8,93E+00
Agotamiento recursos minerales y metales	kg Sb eq	3,46E-05	2,83E-05	4,78E-05	3,63E-05	2,20E-05	6,40E-05	3,63E-05	2,20E-05	6,40E-05	1,48E-05	8,97E-06	2,61E-05

Asimismo y con el fin de comparar la importancia entre las diferentes categorías de impacto se ha procedido a la **normalización** y correspondiente **ponderación** entre ellas, por ello se ha seguido los criterios establecidos en el marco de la iniciativa Environmental Footprint de la CE (EC, 2013), criterios que aún se encuentran bajo discusión pero que nos pueden dar un apunte de hacia dónde se pueden priorizar soluciones. Cabe tener en cuenta, en relación a la normalización y ponderación, que la ISO 14044 a y b (I.S.O., 2006) los define como pasos opcionales en la evaluación de impacto de ciclo de vida. En el caso de la normalización existe un sesgo debido a la elección de las propias referencias; para el caso de la ponderación la ISO 14044 considera que los valores no tienen una base científica, por lo tanto, excluye su uso en los estudios de ACV destinados a apoyar afirmaciones comparativas destinadas a ser divulgadas al público porque se basa en "elecciones de valores" (Pizzol et al., 2017). Ahora bien, como los resultados de esta normalización y ponderación nos permiten convertir las unidades equivalentes de cada categoría de impacto en puntos de contribución a contaminación y comparar entre las diferentes categorías, nos permite tener una primera idea, aunque aproximada, de la relevancia de las diferentes categorías de impacto. En este sentido, a continuación, se muestran los resultados de estos dos pasos, excluyendo su uso para afirmaciones comparativas entre productos.

La **Figura 5** muestra los valores normalizados y ponderados de acuerdo a la metodología PEF (EC, 2017) para cada una de las explotaciones analizadas. Esta figura nos muestra que agotamiento de recursos minerales, el consumo de agua y cambio climático son, en general, las categorías más relevantes. La primera esta especialmente relacionada con el uso de maquinaria y diésel, consumo de agua, relacionado con el agua utilizada en granja y cambio climático con las emisiones debido a la fermentación entérica propia de los rumiantes.

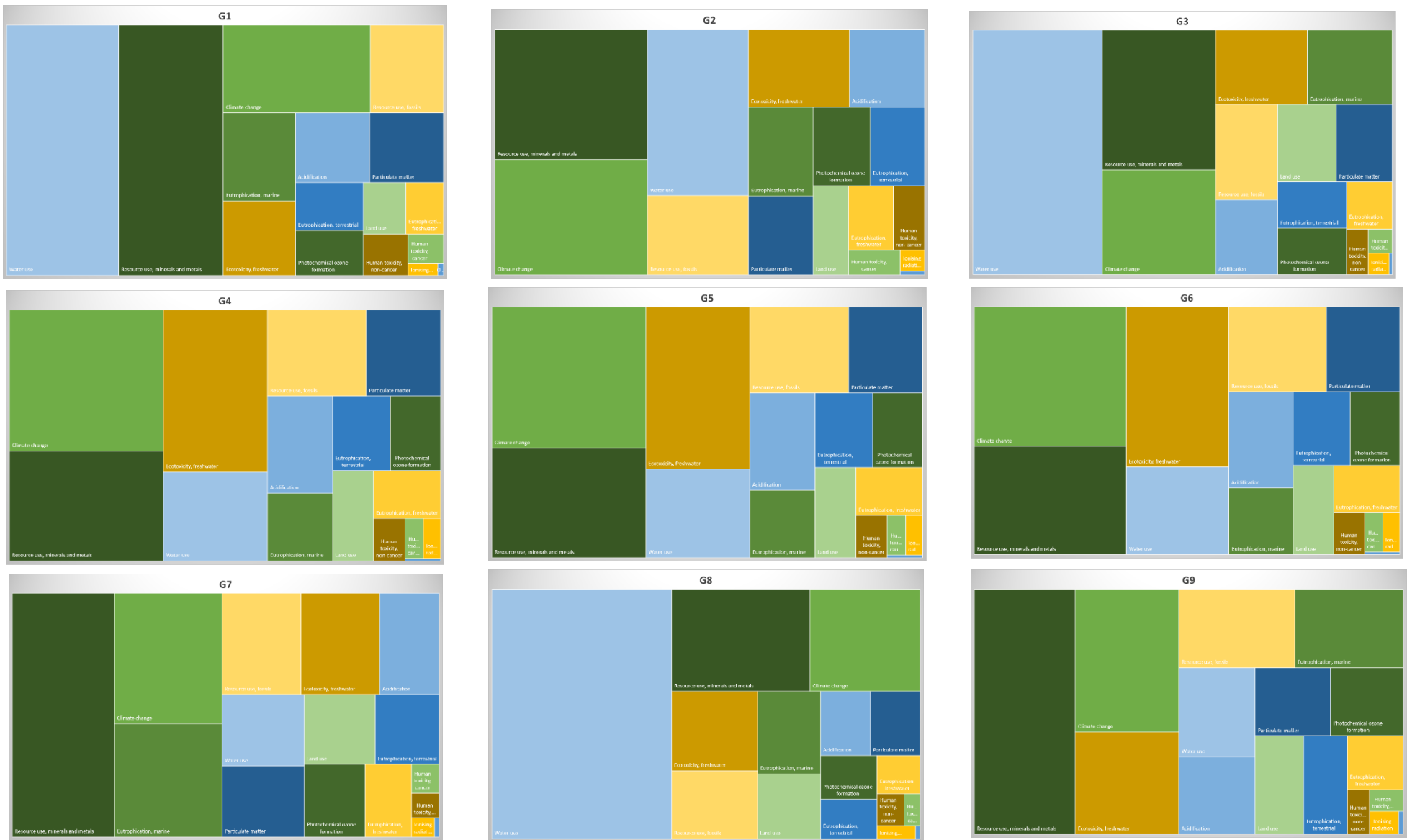


Figura 5. Representación esquemática de las categorías de impacto normalizadas y ponderadas de acuerdo a la metodología PEF (EC, 2017) para las diferentes explotaciones.

5. Interpretación

El presente estudio muestra los resultados de la cuantificación ambiental de la producción extensiva de vacuno de carne, vacuno de leche y ovino de leche. Estas explotaciones, tal y como se explica en la **Introducción**, se ubican en las provincias de Araba y Gipuzkoa en Euskadi.

Dado que las granjas son diferentes en cuanto a dimensiones y productos elaborados, los resultados por granja no son comparables entre sí, cómo previamente se ha ido comentando e identificándose los procesos, más importantes para cada una de las categorías de impacto.

Así mismo, aún con las incertidumbres propias del proceso de normalización y ponderación se han identificado categorías ambientales que tienen un mayor peso. Estas son agotamiento de recursos minerales y metales, cambio climático y consumo de agua (no necesariamente por este orden en todas las explotaciones). La categoría de **agotamiento de recursos** minerales y metales viene determinada principalmente por el uso de maquinaria y **consumo de gasóleo** en la explotación.

La categoría **cambio climático** presenta una especial relevancia en el impacto total, influenciada principalmente por las emisiones derivadas de la **fermentación entérica** de los animales que contribuyen en un 67-90 % en el caso del vacuno de carne, un 40-60 % en el vacuno de leche y un 60-70 % en el ovino de leche.

La importancia del **consumo de agua** se debe, más que a la cantidad consumida, al valor que ésta tiene por tratarse mayoritariamente de una región semiárida con escasa disponibilidad de agua. La metodología seguida recomienda utilizar los factores de caracterización propios del país, $FC = 77,7 \text{ m}^3 \text{ eq/m}^3$ consumido. El valor promedio de España es un valor alto, en cuanto que dicho valor va relacionado con la disponibilidad de agua, siendo ésta un recurso muy limitado en gran parte del territorio. Dado que en el presente estudio se conocía la ubicación exacta de las granjas, ha parecido más apropiado utilizar el específico de la cuenca hidrográfica, $1,27 \text{ m}^3 \text{ eq/m}^3$ consumido, no así para el pienso, que se ha considerado de origen nacional pero sin especificar cuenca hidrográfica, (probablemente Ebro con factor de caracterización más alto). Pero cabrá estar atentos puesto que el uso de uno u otro significa aumentar por más de 10 el impacto, en cualquier caso, la gestión del agua resulta un aspecto claramente prioritario.

Cabe añadir que el análisis se hace teniendo en cuenta que estamos analizando un sistema productivo alimentario, pero también se debe tener en cuenta que dicha actividad genera otras funciones, no sólo producir alimento sino funciones de conservación del territorio, paisajes, etc. Por el momento no existe un modelo que incluya estas funciones, por tanto, los valores absolutos obtenidos deberán servir para detectar que punto podemos priorizar para mejorar, comprobar dichas mejoras y para comparar con sistemas de producción similares.

En relación con la calidad de los datos utilizados se pueden definir como buenas, Q promedio = 1,6, evaluándose como 1,4 por los criterios de representatividad geográfica, en tanto que la mayoría de los datos corresponden a datos de la producción propias de las explotaciones, con un 1,6 evaluando el criterio de precisión e incertidumbre, un valor de 1, 2 medio con respecto a la representatividad temporal y un valor medio de 2,2 la procedencia de datos secundarios.

Las **Tabla 30****Tabla 31****Error! No se encuentra el origen de la referencia.** presentan una recopilación de estudios previos de evaluación del impacto ambiental con respecto a 1 kg de producto, de pieza de carne comestible. Destacar, sin embargo, una alta variabilidad en los resultados debido al alcance y procesos incluidos en los diferentes estudios, así como las

diferentes metodologías empleadas en el cálculo de los impactos. Este hecho hace difícil la comparación de valores absolutos, pero dado que la huella de carbono se basa en todas las metodologías en el trabajo desarrollado por el IPCC, y a pesar de los cambios en factores de caracterización a lo largo del tiempo, se observa que éste oscila entre 31,2 (Casey y Holden, 2006) y 49,0 (Alig et al., 2012) kg CO₂ eq per kg de ternera (comestible), 19,8 (Williams et al., 2008) y 52,5 (Blonk et al., 2008) kg CO₂ eq por kg de cordero (comestible). Cogiendo unos valores por defecto de peso vivo de ternera a carne canal de 52% y de cordero/oveja a carne canal del 47 %; un factor de distribución de cargas entre canal que va a carne del 93 % y otros coproductos del 7%; y una ratio de 71,5% entre carne canal a carne consumo, nos encontramos que nuestros valores están ligeramente a la alza para los casos de ternera y claramente a la baja para el caso de cordero, este valor más bajo también sería explicado por los diferentes coproductos obtenidos (leche, carne, lana). Sin embargo, destaca la alta variabilidad entre las diferentes granjas, aspecto que vendría explicado en función de la aptitud cárnica o lechera de las razas en cuestión, la productividad de éstas etc. Por lo tanto, estas comparaciones deben observarse con cautela, pues no siempre se están empleando las mismas metodologías y nos encontramos con particularidades específicas de las granjas analizadas.

Por último, también, hay que mencionar que la metodología utilizada, Análisis de Ciclo de Vida, a pesar de ser la recomendada por las autoridades científicas y políticas, Comisión Europea, Programa Ambiental de las Naciones Unidas, Programa Ambiental de Ganadería de la FAO presenta todavía carencias metodológicas, en vías de mejora, es necesario, por lo tanto, ser cuidadosos en la interpretación de los valores absolutos y considerar los resultados presentados como un patrón prospectivo. Estudios como este contribuyen sin duda a este avance metodológico. Por otro lado, queremos incluir en este estudio un avance de lo que sería un cálculo de biodiversidad, basado en el método (Chaudhary y Brooks, 2018) recomendado por la UNEP y LEAP- FAO. Por eso y dado que todavía no hay un método recomendado en línea con la iniciativa de la Comisión Europea lo añadimos como anexo.

Tabla 30. Resumen estudios previos de impacto ambiental carne bovino (adaptado de Poore y Nemecek 2018)

Estudio	Origen datos empleados	Cobertura geográfica	Sistema de producción	Cambio climático, kg CO ₂ eq./UF
TERNERA				
Alig et al. (2012)	datos estimados	Suiza	Convencional y Ecológica	49,0
Casey and Holden (2006a); Blonk et al. (2008)	datos de campo	Irlanda	Convencional y Ecológica	31,2
Cederberg and Nilsson (2004b)	datos de campo	Suecia	Ecológica	38,5
Foley et al. (2011)	datos estimados	Irlanda	Convencional varios	36,6
Mogensen et al. (2015)	datos estimados	Dinamarca	Convencional Extensivo y Intensivo	42,7
Mogensen et al. (2015)	datos estimados	Suecia	Convencional varios	46,7
Nguyen et al. (2012a)	datos estimados	Francia	Convencional Extensivo	38,3
Nguyen et al. (2013b)	datos estimados	Francia	Convencional Extensivo	43,4
Schroeder et al. (2012)	datos de campo	UK	Convencional	42,3

Tabla 31. Resumen estudios previos de impacto ambiental carne de ovino a puerta de granja (adaptado de Poore y Nemecek 2018)

Estudio	Origen datos empleados	Cobertura geográfica	Sistema de producción	Cambio climático, kg CO ₂ eq./UF
OVEJA/CORDERO				
(Bell et al., 2012)	Datos secundarios o estimados	Australia	Pienso y Pasto, 11-15 ovejas/ha	42,7
(Biswas et al., 2010)	Datos de campo	Australia	Pastura	23,7
(Michael, 2011)	Datos secundarios o estimados	Australia	Pienso y Pasto	28,9
(Stephen G. Wiedemann et al., 2015)	Datos procedentes encuestas	Australia	Pasto	22
(S. Wiedemann et al., 2015)	Datos de campo y estadísticos	Australia	Pienso y Pasto	28,1
(S. G. Wiedemann et al., 2016)	Datos de campo y estadísticos	Australia	Producción lana	32,2
(Dollé et al., 2011)	Datos de campo y estimados	Francia		36,6
(O'Brien et al., 2016)	Datos estadísticos o estimados	Irlanda		42,4 (
(Blonk et al., 2008)	Datos estimados	Holanda		52,5
(Stephen G. Wiedemann et al., 2015)	Datos procedentes encuestas	Nueva Zelanda		37,2
(Stephen G. Wiedemann et al., 2015)	Datos de campo y estadísticos	Reino Unido		37,6
(Williams et al., 2008)	Datos secundarios o estimados	Reino Unido		19,8

6. Referencias

- Agribalyse. (n.d.). *Recherche Agribalyse*. <https://agribalyse.ademe.fr/>.
- Alemu, A. W., Ominski, K. H., Tenuta, M., Amiro, B. D., & Kebreab, E. (2016). Evaluation of greenhouse gas emissions from HOG manure application in a Canadian cow-calf production system using whole-farm models. *Animal Production Science*, 56(10), 1722–1737. <https://doi.org/10.1071/AN14994>
- Alig, M., Grandl, F., Mieleitner, J., Nemecek, T., & Gaillard, G. (2012). *Life Cycle Assessment of Beef, Pork and Poultry*. September, 8.
- Basarab, J., Baron, V., López-Campos, Ó., Aalhus, J., Haugen-Kozyra, K., & Okine, E. (2012). Greenhouse gas emissions from calf- and yearling-fed beef production systems, with and without the use of growth promotants. *Animals*, 2(2). <https://doi.org/10.3390/ani2020195>
- Basset-mens, C., Jungbluth, N., Schenck, R., & Baumgartner, D. (2015). Life Cycle Assessment in the Agri-food Sector. In *Life Cycle Assessment in the Agri-food Sector*. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-11940-3>
- Beauchemin, K. A., Janzen, H. H., Little, S. M., McAllister, T. A., & McGinn, S. M. (2011). Mitigation of greenhouse gas emissions from beef production in western Canada - Evaluation using farm-based life cycle assessment. *Animal Feed Science and Technology*, 166–167. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2011.04.047>
- Bell, M. J., Eckard, R. J., & Cullen, B. R. (2012). The effect of future climate scenarios on the balance between productivity and greenhouse gas emissions from sheep grazing systems. *Livestock Science*, 147(1–3). <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2012.04.012>
- Biswas, W. K., Graham, J., Kelly, K., & John, M. B. (2010). Global warming contributions from wheat, sheep meat and wool production in Victoria, Australia-a life cycle assessment. *Journal of Cleaner Production*, 18(14). <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2010.05.003>
- Blonk, H., Kool, A., & Luske, B. (2008). Milieueffecten van Nederlandse consumptie van eiwitrijke producten [Environmental effects of Dutch consumption of protein-rich products]. *Blonk Milieu Advies, Gouda*.
- Cardoso, A. S., Berndt, A., Leytem, A., Alves, B. J. R., de Carvalho, I. das N. O., de Barros Soares, L. H., Urquiaga, S., & Boddey, R. M. (2016). Impact of the intensification of beef production in Brazil on greenhouse gas emissions and land use. *Agricultural Systems*, 143. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2015.12.007>
- Casey, J. W., & Holden, N. M. (2006). Greenhouse Gas Emissions from Conventional, Agri-Environmental Scheme, and Organic Irish Suckler-Beef Units. *Journal of Environmental Quality*, 35(1). <https://doi.org/10.2134/jeq2005.0121>
- Cederberg, C., & Nilsson, B. (2004). *Livscykelanalys (LCA) av ekologisk nötköttsproduktion i ranchdrift. (Life cycle assessment of organic beef production using ranch production system.) SIK report no 718 (2004)*. Swedish Institute for Food and Biotechnology, Gothenburg.
- Cederberg, Christel, Meyer, D., & Flysjö, A. (2009). Life cycle inventory of greenhouse gas emissions and use of land and energy in Brazilian beef production. In *SIK Report No 792 (Issue 792)*.
- Celis, J. E., Sandoval, N., & Wells, G. (2013). CARBON FOOTPRINT ESTIMATION RESULTING FROM BEEF CATTLE AT THE CENTRAL IRRIGATED VALLEY, BIO-BIO REGION, CHILE. *Annals of*

Agrarian Science, 11(1).

- Chaudhary, A., & Brooks, T. M. (2018). Land Use Intensity-Specific Global Characterization Factors to Assess Product Biodiversity Footprints. *Environmental Science and Technology*, 52(9), 5094–5104. <https://doi.org/10.1021/acs.est.7b05570>
- DACC. (2021a). *Estadístiques bàsiques d'oví i cabrum. Servei d'Estadística i Preus Agroalimentaris del Gabinet Tècnic del DARP*. <http://agricultura.gencat.cat/ca/departament/estadistiques/ramaderia/nombre-efectius/ovi-cabrum/>
- DACC. (2021b). *Nombre de caps de bestiar oví i cabrum. Novembre 2019*.
- DARP. (2010). Dossier tècnic 43. Races autòctones I. *Dossier Tècnic*, 43(1), 36.
- DARP. (2014). *Dossier Tècnic 68. Alimentació d'oví*.
- Dick, M., Abreu Da Silva, M., & Dewes, H. (2015). Life cycle assessment of beef cattle production in two typical grassland systems of southern Brazil. *Journal of Cleaner Production*, 96. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.01.080>
- Dollé, J. B., Manneville, V., Gac, A., & Charpiot, A. (2011). *Emissions de gaz à effet de serre et consommations d'énergie des viandes bovines et ovines françaises: revue bibliographique et évaluations sur l'amont agricole*. Institut de l'Élevage, Paris.
- EC. (2013). *Overview and methodology. Data quality guideline for theecoinvent database version 3 - 2.-0 LCA consultants*.
- EC. (2017). *PEFCR Guidance document, - Guidance for the development of Product Environmental Footprint Category Rules (PEFCRs), version 6.3*.
- EMEP/EEA. (2019). Air pollutant emission inventory guidebook 2019: Technical guidance to prepare national emission inventories. *EEA Technical Report, 12/2019*. <https://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2019>
- EPD. (2021). Dairy Products. *Encyclopedia of Microbiology*, 34–44. <https://doi.org/10.1016/B978-012373944-5.00120-6>
- European Commission. (2018). *PEFCR Dairy Products*. 1–168.
- FAO; LEAP. (2020). Biodiversity and the livestock sector. In *Livestock Environmental Assessment and Performance (LEAP) Partnership*.
- FAO. (2016). *Environmental Performance of Large Ruminant Supply Chains: Guidelines for assessment*. *Livestock Environmental Assessment and Performance Partnership*. FAO, Rome, Italy (Version 1).
- Foley, P. A., Crosson, P., Lovett, D. K., Boland, T. M., O'Mara, F. P., & Kenny, D. A. (2011). Whole-farm systems modelling of greenhouse gas emissions from pastoral suckler beef cow production systems. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 142(3–4). <https://doi.org/10.1016/j.agee.2011.05.010>
- I.S.O. (2006). *14044:2006/AMD 2:2020 Environmental management — Life cycle assessment — Requirements and guidelines — Amendment 2*. <https://www.iso.org/standard/76122.html>
- IDF. (2015). A common carbon footprint approach for dairy sector: the IDF guide to standard lifecycle assessment methodology. Bulletin of the International Dairy Federation, 479/2015. *International Dairy Journal*, 7(4), 283. [https://doi.org/10.1016/s0958-6946\(97\)88755-9](https://doi.org/10.1016/s0958-6946(97)88755-9)

- IPCC. (2019). 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Emissions From Livestock and Manure Management. *Forestry*, 4.
- ISO-14040. (2006). *Environmental management-Life cycle assessment-Principles and framework*. International Organisation for Standardisation ISO.
- Legesse, G., Beauchemin, K. A., Ominski, K. H., McGeough, E. J., Kroebel, R., MacDonald, D., Little, S. M., & McAllister, T. A. (2016). Greenhouse gas emissions of Canadian beef production in 1981 as compared with 2011. *Animal Production Science*, 56(3). <https://doi.org/10.1071/AN15386>
- MAPA. (n.d.). *Pliego de prescripciones técnicas para el suministro de alimentos y bebidas: Lote vi.- leche, quesos, yogures y derivados lácteos*. 1–9.
- MAPA. (2017). *Bases zootécnicas para el cálculo del balance alimentario de nitrógeno y de fósforo ovino*. 50–64.
- Mazzetto, A. M., Feigl, B. J., Schils, R. L. M., Cerri, C. E. P., & Cerri, C. C. (2015). Improved pasture and herd management to reduce greenhouse gas emissions from a Brazilian beef production system. *Livestock Science*, 175. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2015.02.014>
- Michael, D. (2011). *Carbon reduction benchmarks and strategies: new animal products*. (Issue 11).
- Mogensen, L., Kristensen, T., Nielsen, N. I., Spleth, P., Henriksson, M., Swensson, C., Hessle, A., & Vestergaard, M. (2015). Greenhouse gas emissions from beef production systems in Denmark and Sweden. *Livestock Science*, 174. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2015.01.021>
- Nemecek, T. & Thoma, G. (2020). Allocation between milk and meat in dairy LCA: critical discussion of the International Dairy Federation's standard methodology. In: 12th International Conference on Life Cycle Assessment of Food LCA Food 2020, Berlin, Germany, 13–16 October 2020
- Nguyen, T. T. H., Doreau, M., Eugène, M., Corson, M. S., Garcia-Launay, F., Chesneau, G., & Van Der Werf, H. M. G. (2013). Effect of farming practices for greenhouse gas mitigation and subsequent alternative land use on environmental impacts of beef cattle production systems. *Animal*, 7(5). <https://doi.org/10.1017/S1751731112002200>
- Nguyen, T. T. H., van der Werf, H. M. G., Eugène, M., Veysset, P., Devun, J., Chesneau, G., & Doreau, M. (2012). Effects of type of ration and allocation methods on the environmental impacts of beef-production systems. *Livestock Science*, 145(1–3). <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2012.02.010>
- O'Brien, D., Bohan, A., McHugh, N., & Shalloo, L. (2016). A life cycle assessment of the effect of intensification on the environmental impacts and resource use of grass-based sheep farming. *Agricultural Systems*, 148. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2016.07.004>
- Pashaei Kamali, F., van der Linden, A., Meuwissen, M. P. M., Malafaia, G. C., Oude Lansink, A. G. J. M., & de Boer, I. J. M. (2016). Environmental and economic performance of beef farming systems with different feeding strategies in southern Brazil. *Agricultural Systems*, 146. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2016.04.003>
- Pelletier, N., Pirog, R., & Rasmussen, R. (2010). Comparative life cycle environmental impacts of three beef production strategies in the Upper Midwestern United States. *Agricultural Systems*, 103(6). <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2010.03.009>
- Phetteplace, H., Johnson, D., & Seidl, A. (2001). Greenhouse gas emissions from simulated beef and dairy livestock systems in the United States. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 60,

99–102. <https://doi.org/10.1023/A:1012657230589>

- Picasso, V. D., Modernel, P. D., Becoña, G., Salvo, L., Gutiérrez, L., & Astigarraga, L. (2014). Sustainability of meat production beyond carbon footprint: A synthesis of case studies from grazing systems in Uruguay. *Meat Science*, 98(3). <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2014.07.005>
- Pizzol, M., Laurent, A., Sala, S., Weidema, B., Verones, F., & Koffler, C. (2017). Normalisation and weighting in life cycle assessment: quo vadis? *International Journal of Life Cycle Assessment*, 22(6), 853–866. <https://doi.org/10.1007/s11367-016-1199-1>
- Poore, J. and Nemecek, T. (2018) Reducing food's environmental impacts through producers and consumers. *Science* 360, Issue 6392, pp. 987-992 . DOI: 10.1126/science.aaq0216
- PRéConsultants. (2020). *SimaPro 9.1.1.7*.
- Ridoutt, B. G., Sanguansri, P., Freer, M., & Harper, G. S. (2012). Water footprint of livestock: Comparison of six geographically defined beef production systems. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 17(2), 165–175. <https://doi.org/10.1007/s11367-011-0346-y>
- Ridoutt, B. G., Sanguansri, P., & Harper, G. S. (2011). Comparing carbon and water footprints for beef cattle production in Southern Australia. *Sustainability*, 3(12). <https://doi.org/10.3390/su3122443>
- Roberto Schroeder, Luís Kluwe Aguiar, & Richard Baines. (2012). Carbon Footprint in Meat Production and Supply Chains. *Journal of Food Science and Engineering*, 2(11), 652–665. <https://doi.org/10.17265/2159-5828/2012.11.005>
- Robertson, K., Symes, W., & Garnham, M. (2015). Carbon footprint of dairy goat milk production in New Zealand. *Journal of Dairy Science*, 98(7), 4279–4293. <https://doi.org/10.3168/jds.2014-9104>
- Roop, D. J., Shrestha, D. S., & Saul, D. A. (2013). Cradle-to-gate life cycle assessment of locally produced beef in the Palouse region of the Northwestern U.S. *Transactions of the ASABE*, 56(5). <https://doi.org/10.13031/trans.56.10122>
- Rotz, C. A., Isenberg, B. J., Stackhouse-Lawson, K. R., & Pollak, E. J. (2013). A simulation-based approach for evaluating and comparing the environmental footprints of beef production systems. *Journal of Animal Science*, 91(11), 5427–5437. <https://doi.org/10.2527/jas.2013-6506>
- Siqueira, T. T. S., & Duru, M. (2016). Economics and environmental performance issues of a typical Amazonian beef farm: A case study. *Journal of Cleaner Production*, 112. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.10.032>
- Vergé, X. P. C., Dyer, J. A., Desjardins, R. L., & Worth, D. (2008). Greenhouse gas emissions from the Canadian beef industry. *Agricultural Systems*, 98(2). <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2008.05.003>
- Wernet, G., Bauer, C., Steubing, B., Reinhard, J., Moreno-Ruiz, E., & Weidema, B. (2016). The ecoinvent database version 3 (part I): overview and methodology. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, [Online, 21(9), 1218–1230.
- White, R. R., Brady, M., Capper, J. L., McNamara, J. P., & Johnson, K. A. (2015). Cow-calf reproductive, genetic, and nutritional management to improve the sustainability of whole beef production systems. *Journal of Animal Science*, 93(6), 3197–3211. <https://doi.org/10.2527/jas.2014-8800>

- Wiedemann, S. G., Yan, M. J., Henry, B. K., & Murphy, C. M. (2016). Resource use and greenhouse gas emissions from three wool production regions in Australia. *Journal of Cleaner Production*, *122*, 121–132. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.02.025>
- Wiedemann, S., McGahan, E., Murphy, C., Yan, M. J., Henry, B., Thoma, G., & Ledgard, S. (2015). Environmental impacts and resource use of Australian beef and lamb exported to the USA determined using life cycle assessment. *Journal of Cleaner Production*, *94*, 67–75. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.01.073>
- Wiedemann, Stephen G., Ledgard, S. F., Henry, B. K., Yan, M. J., Mao, N., & Russell, S. J. (2015). Application of life cycle assessment to sheep production systems: investigating co-production of wool and meat using case studies from major global producers. *International Journal of Life Cycle Assessment*, *20*(4), 463–476. <https://doi.org/10.1007/s11367-015-0849-z>
- Williams, A. ., Pell, E., Webb, J., Tribe, E., Evans, D., Moorhouse, E., & Watkiss, P. (2008). *Final Report for Defra Project FO0103, Comparative Life Cycle Assessment of Food Commodities Procured for UK Consumption through a Diversity of Supply Chains*. May, 60.

ANEXO A. Indicador Biodiversidad

ANEXO A. Indicador Biodiversidad

ÍNDICE

ANEXO A. Indicador Biodiversidad	52
A1. Introducción	52
A2. Metodología	53
A2.1 Indicador pérdida de biodiversidad	53
A2.2 Granjas analizadas	55
A3. Resultados	57
A4. Discusión	60
A5. Conclusión	61
A6. Referencias	62

ANEXO A. Indicador Biodiversidad

A1. Introducción

La inclusión de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos en la evaluación ambiental es un área de trabajo cada vez más importante. Actualmente la iniciativa de Huella Ambiental de la Comisión Europea (EC 2017) no recomienda aún ningún modelo para incluir una categoría de impacto de biodiversidad. Dicha iniciativa se encuentra en fase de conducir casos de estudio y probar una selección de potenciales indicadores. Es por lo que este indicador no se ha incluido en el análisis previo. Pero dada la importancia de la producción ganadera, especialmente la de tipo más extensivo puede tener sobre este indicador y siguiendo otras iniciativas, se ha creído oportuno en este documento la aplicación de un primer indicador recomendado por defecto tanto por la iniciativa de Ciclo de Vida del Programa Ambiental de las Naciones Unidas (UNEP) (Jolliet y col., 2018) como por el de la evaluación ambiental y desempeño ecológico de la ganadería (LEAP, Livestock Environmental Assessment Performance) (FAO 2020). Además también es uno de los indicadores que está sobre la mesa de la iniciativa ambiental EF (EC 2017) para ser contrastado. Éste es el indicador desarrollado por Chaudhary y Brooks (2018) para evaluar los impactos sobre la biodiversidad debido a los diferentes usos del suelo.

Ambos términos, biodiversidad y servicios ecosistémicos, acostumbran a aparecer conjuntamente a pesar de que representan conceptos diferentes, aunque estrechamente ligados. La biodiversidad es un concepto que describe la variabilidad de la vida en la Tierra. Los indicadores utilizados para medir la biodiversidad se pueden describir en términos de tres niveles (genes, especies y ecosistemas) y tres atributos (composición, función y estructura). La composición se refiere a la cantidad y la variedad de elementos de la biodiversidad, como las especies presentes o el tipo de hábitat. La función describe el proceso ecológico y evolutivo que actúa entre los elementos (por ejemplo, la relación depredador-presa). La estructura, la organización física de elementos, como la configuración espacial (Antón y col., 2016).

Los servicios ecosistémicos tienen, por definición, un enfoque antropocéntrico. Son las contribuciones directas o indirectas de los ecosistemas al bienestar humano. Para considerar algún servicio como ecosistémico, debe tener demanda humana. Sin embargo, no quiere decir que los servicios ecosistémicos promuevan una visión utilitaria de la naturaleza; tienen como objetivo destacar los procesos de los ecosistemas que contribuyen al bienestar. De hecho, la diversidad biológica a nivel de especies y poblaciones está estrechamente ligada al funcionamiento de los ecosistemas y se supone que influye positivamente en la provisión de servicios ecosistémicos particulares; antes de que se estableciera el consenso científico sobre la relación mutua entre los servicios ecosistémicos y la biodiversidad (Liquete et al., 2016), los servicios ecosistémicos se convirtieron en una herramienta política para proteger la biodiversidad principalmente como resultado del plan estratégico global 2011-2020 del Convenio sobre la Diversidad Biológica (objetivos de biodiversidad de Aichi).

En el marco de los estudios de ACV, las diversas vías de impacto tales como cambio climático, consumo hídrico, eutrofización, etc., conducen a efectos sobre la pérdida de biodiversidad y daño a los ecosistemas. En los estudios de ACV, estas vías de impacto han sido cuantificadas, con indicadores conocidos popularmente como indicadores intermedios, para después confluir todos ellos en un indicador final de daño ambiental a la calidad de los ecosistemas estrechamente relacionado con indicadores de pérdida de biodiversidad. Por ejemplo, en el

marco de los trabajos realizados por la Comisión Europea se ha recomendado utilizar como indicador la fracción de especies potencialmente desaparecida (PDF) debida por ejemplo a contaminación química. Pero de hecho, los ecosistemas y la biodiversidad son conceptos complejos con una alta especificidad a escala local, siendo muy difícil, por tanto, de medir y agregar los impactos que se producen a lo largo del ciclo de vida del producto, simplificando y utilizando una única métrica (Milá i Canals y de Baan, 2015).

En este sentido y dado que se hace evidente que el uso del suelo es uno de los principales motores de la pérdida de biodiversidad (seguido del cambio climático (MA, 2005)), son muchos los autores que centran el desarrollo de un indicador de pérdida de biodiversidad directamente relacionado con los impactos del uso del suelo (Lindeijer, 2000; Curran et al., 2011; Koellner et al., 2013; Souza et al., 2015; Antón y col, 2016; etc.), y es por eso que en este documento nos centraremos en el manejo y el uso de suelo como aspecto a considerar en el cálculo de un indicador de pérdida de biodiversidad, aplicando el método de Chaudhary and Brooks (2018) recomendado por UNEP i LEAP-FAO.

A2. Metodología

A2.1 Indicador pérdida de biodiversidad

El indicador de pérdida de biodiversidad Chaudhary y Brooks (2018) tiene en cuenta: i) el efecto que la ocupación del suelo tiene reduciendo o desplazando especies que, sin dicha actividad/ocupación, existirían en esta área ocupada; ii) la relativa abundancia y afinidad de estas especies dentro de la ecorregión donde se incluye la actividad; y iii) la contribución al riesgo de extinción a nivel global para las especies afectadas.

El indicador se expresa como daño a la biodiversidad (BD, Biodiversity Damage) (Ecuación 1). Las unidades empleadas son Pérdida Potencial de Especies y se deriva de la aplicación de un modelo que relaciona la riqueza de especies que se da en un área determinada debido a una actividad concreta en relación con una referencia a si esta actividad no tuviera lugar. Adicionalmente, este valor se pondera con un factor de vulnerabilidad o riesgo de extinción de especies existentes en la ecorregión específica donde se desarrolla la actividad.

$$BD = \sum A_u * FC_{e,u} \quad (\text{Ecuación 1})$$

Dónde:

BD: Daño Biodiversidad expresado como Potencial Pérdida de Especies

A: Área ocupada, expresada en m², por los diferentes usos de suelo, *u*

FC: factor de caracterización, expresado como Potencial Pérdida de Especies/m², correspondiente a la ecorregión, *e*, y a los diferentes usos de suelo, *u*.

Para estimar el daño potencial a la biodiversidad por tonelada de producto, *BD* de la ecuación 1 se divide por los rendimientos, *Y*, de los productos producidos en cada granja, en base a los criterios de distribución de cargas definidos en la sección 2, utilizando Ecuación 2

$$BD_{granja,i} = \frac{BD_{granja}}{Y_{granja,i}} \quad (\text{Ecuación 2})$$

Los factores de caracterización, *FC*, han sido calculados para las 804 ecorregiones terrestres, que cubren todos los biomas terrestres (Olsson et al., 2006), diferente según los tipos de usos del suelo, y cinco taxones: aves, mamíferos, reptiles, anfibios y plantas. Los grupos taxonómicos se

pueden analizar por separado o se pueden agregar para representar la fracción total de especies potencialmente desaparecidas. Los tipos de usos del suelo cubiertos incluyen urbanización, cultivos, pastos, silvicultura y explotación de bosques, con tres tipos de manejo: intensivo, mínimo y ligero. La tabla A1 incluye una descripción de los diferentes manejos del suelo.

Tabla A1. Clasificación usos del suelo de acuerdo con la metodología de Chaudhary and Brooks (2018)

Actividad	Tipo de gestión	Detalles
Silvicultura	Uso mínimo	Plantaciones de madera ampliamente gestionadas o mixtas en las que se mantienen especies nativas de árboles, que no son tratadas con pesticidas o fertilizantes, y que no han sido recientemente (< 20 años) taladas.
	Uso ligero	Plantaciones de madera monocultivo de edad mixta sin tala reciente (< 20 años).
	Uso intenso	Plantaciones de madera monocultivo con árboles o plantaciones de madera igualmente envejecidas con extensas talas recientes (< 20 años).
Pastoreo	Uso mínimo	Pastos con mínima entrada de fertilizantes y pesticidas, y con baja densidad de animales (no lo suficientemente alta como para causar perturbaciones significativas o para detener la regeneración de la vegetación).
	Uso ligero	Pastos con entrada significativa de fertilizantes o pesticidas, o con alta densidad de stock (lo suficientemente alta como para causar perturbaciones significativas o para detener la regeneración de la vegetación).
	Uso intenso	Pastos con entrada significativa de fertilizantes o pesticidas, y con alta densidad de stock (lo suficientemente alta como para causar perturbaciones significativas o para detener la regeneración de la vegetación).
Cultivo	Uso mínimo	Explotaciones de baja intensidad, típicamente con campos pequeños, cultivos mixtos, rotación de cultivos, poco o ningún uso de fertilizantes minerales, poco o ningún uso de pesticidas, poco o ningún cultivo, poco o ningún riego, poca o ninguna mecanización.
	Uso ligero	Agricultura de intensidad media, típicamente mostrando algunos, pero no muchos de los siguientes rasgos: grandes campos, cultivadas anualmente, aplicación de fertilizantes inorgánicos, aplicación de pesticidas, riego, sin rotación de cultivos, mecanizado, monocultivo. Las granjas ecológicas de los países desarrollados a menudo entran dentro de esta categoría, al igual que la agricultura de alta intensidad en los países en desarrollo.
	Uso intenso	Monocultivo de alta intensidad, mostrando muchas de las siguientes características: grandes extensiones, labrar anualmente, aplicación de fertilizantes inorgánicos, aplicación de pesticidas, riego, mecanizado, sin rotación de cultivos
Urbana	Uso mínimo	Amplios espacios verdes gestionados, pueblos
	Uso ligero	Suburbanos o pequeños espacios verdes gestionados o no gestionados en las ciudades
	Uso intenso	Totalmente urbano sin espacios verdes significativos.

A2.2 Explotaciones analizadas

Con el fin de aplicar el indicador seleccionado habrá que hacer una clasificación de los diferentes usos del suelo, tanto directos como indirectos, en relación con la actividad de la granja. Se entiende por directos los relacionados con la actividad in situ, e indirectos aquellos relacionados con las diferentes entradas a granja, principalmente piensos. Por ser considerado este un primer ejercicio de cuantificación, se han simplificado estos usos indirectos, centrándonos en los principales ingredientes del pienso (trigo, cebada, maíz, alfalfa y soja) asumiendo una producción local y en el caso de la soja siendo importada de Brasil. A partir de las producciones comarcales medias (EUS, 2020) en el caso de los cultivos locales y (FAOSTAT, 2019) para el caso de los cultivos importados, se ha estimado el área ocupada según la cantidad consumida.

Las granjas analizadas se encuentran localizadas en la ecorregión PA0406 “Bosque mixto Cantábrico”. El criterio para la ubicación de los campos de cultivo para el pienso más significativo ha sido la consideración de que el pasto, heno, alfalfa y cereales son producciones locales en la ecorregión idéntica a localización de las explotaciones. La soja se considera importada del Brasil, siendo la ecorregión NT0704 “Cerrado”.

Para determinar la intensidad del uso en el pastoreo se han calculado las unidades de ganado mayor (UGM) por ha y año atendiendo a los criterios de Taüll y col. (2016). La producción de heno ha sido considerada como actividad de uso mínimo. En el caso de los cultivos (alfalfa, cereales, colza, guisantes y girasol) se ha considerado una producción de uso ligero, con la excepción de maíz y soja que se han considerado como monocultivos de uso intenso. La tabla A2 presenta una descripción de los diferentes usos de suelo de las 9 granjas analizadas y la correspondiente valorización de acuerdo con los criterios establecidos en la tabla A1.

Tabla A2 Usos de suelo considerados en las siete granjas analizadas.

	Explotación 1	Explotación 2	Explotación 3	Explotación 4	Explotación 5	Explotación 6	Explotación 7	Explotación 8	Explotación 9
Localización	Araba	Araba	Araba	Araba	Araba	Araba	Gipuzkoa	Gipuzkoa	Gipuzkoa
Especie	Vacuno carne	Vacuno carne	Vacuno carne	Vacuno lechero	Vacuno lechero	Vacuno lechero	Ovino de leche	Ovino de leche	Ovino de leche
Pastoreo	36,67 ha Prado	28 ha Prado	12,58 ha Prado	14 ha Prado	30 ha Prado	255,56 ha Prado	12,82 ha Prado	51,36 ha Prado	48,86 ha Prado
	68,2 ha Prado comunal montaña	138 ha Prado comunal montaña	28,31 ha Prado comunal	42,75 ha Prado comunal					
	UGM granja: 0,39 /ha	UGM granja: 0,77 /ha	UGM granja: 1,09 /ha	UGM granja: 1,09 /ha	UGM granja: 1,01 /ha	UGM granja: 0,19 /ha	UGM granja: 1,2 /ha	UGM granja: 0,89 /ha	UGM granja: 0,97 /ha
	Pasto, uso mínimo	Pasto, uso mínimo	Pasto, uso mínimo	Pasto, uso mínimo	Pasto, uso mínimo	Pasto, uso mínimo	Pasto, uso mínimo	Pasto, uso mínimo	Pasto, uso mínimo
Construcción	903 m ²	1185 m ²	916 m ²	2443 m ²	1409 m ²	4575 m ²	320 m ²	994 m ²	1434 m ²
	Urbano, uso mínimo	Urbano, uso mínimo	Urbano, uso mínimo	Urbano, uso mínimo	Urbano, uso mínimo	Urbano, uso mínimo	Urbano, uso mínimo	Urbano, uso mínimo	Urbano, uso mínimo
Cultivos	9,4 ha	19,13 ha	2,1 ha	67,1 ha	65,8 ha	270 ha	1,5 ha		3,5 ha
	Cultivo uso mínimo	Cultivo uso mínimo	Cultivo uso mínimo	Cultivo uso mínimo	Cultivo uso mínimo	Cultivo uso mínimo	Cultivo uso mínimo		Cultivo uso mínimo
	3,6 ha	1,6 ha	6,0 ha	6,3ha	7,25 ha	15,14 ha	1,5 ha	1,06 ha	2,2 ha
	Cultivo uso ligero	Cultivo uso ligero	Cultivo uso ligero	Cultivo uso ligero	Cultivo uso ligero	Cultivo uso ligero	Cultivo uso ligero	Cultivo uso ligero	Cultivo uso ligero
	1,6 ha	1,97 ha	2,6 ha	41 ha	20,8 ha	602,6 ha	0,5	0,05	2,8
	Cultivo uso intenso	Cultivo uso intenso	Cultivo uso intenso	Cultivo uso intenso	Cultivo uso intenso	Cultivo uso intenso	Cultivo uso intenso	Cultivo uso intenso	Cultivo uso intenso

De acuerdo con los factores de caracterización estimados por esta región (tabla A3) se observa que las plantas, con una gran diferencia, presentan los factores más vulnerables, y además un orden de magnitud mayor en las ecorregiones locales, mientras que en la ecorregión de Brasil las tasas más vulnerables resultan ser los anfibios seguido de las aves.

Taula A3 Factores de Caracterización, FC, especificados por taxón y agregado para los diferentes tipos de uso de suelo y las diferentes ecorregiones (Chaudhary y Brooks 2018)

Uso del suelo	Tipo de gestión	Mamíferos	Aves	Anfibios	Réptiles	Plantas	Agregado
Ecorregión PA0406							
Pastoreo	mínimo	5,99E-12	1,55E-12	5,97E-12	4,22E-12	1,60E-11	7,70E-14
Cultivo	mínimo	5,22E-12	1,06E-12	6,16E-12	5,05E-12	1,91E-11	7,26E-14
	ligero	6,33E-12	1,24E-12	6,38E-12	6,41E-12	2,43E-11	8,69E-14
	intenso	6,52E-12	1,27E-12	6,42E-12	6,65E-12	2,52E-11	8,94E-14
Construcción	mínimo	7,76E-12	1,44E-12	6,03E-12	8,58E-13	3,26E-12	7,16E-14
Ecorregión NT0704							
Pastoreo	mínimo	5,25E-12	7,31E-12	7,96E-12	8,20E-13	5,63E-12	1,09E-13
Cultivo	mínimo	5,24E-12	7,31E-12	7,96E-12	9,29E-13	6,38E-12	1,09E-13
	ligero	5,25E-12	7,31E-12	7,97E-12	1,07E-12	7,37E-12	1,10E-13
	intenso	5,25E-12	7,31E-12	7,97E-12	1,09E-12	7,51E-12	1,10E-13
Construcción	mínimo	5,23E-12	7,32E-12	7,97E-12	2,03E-13	1,39E-12	1,05E-13

A3. Resultados

La figura A1 muestra la potencial pérdida de especies con los correspondientes intervalos de confianza de 2,5% - 97,5% por granja analizada. Se observa que la granja 6 presenta unos valores de contribución de impacto mucho más altos en relación con el resto. No habiendo diferencias significativas entre el resto de las granjas, aunque se podría apuntar un impacto menor en las explotaciones de vacuno de carne. En este sentido se puede afirmar que el indicador utilizado se corresponde directamente con la superficie de suelo analizada. Obsérvese que, a mayor superficie ocupada, mayor impacto, es por eso por lo que los resultados se pueden considerar directamente proporcionales a la cantidad de uso de suelo asignado a cada granja.

Como se ha comentado previamente el taxon de las plantas es el que muestra una pérdida más importante. En la figura A2 se muestra la pérdida potencial del resto de taxones, excluyendo la granja 6, para una comparación más precisa. En cuanto a las especies animales se ve que aves, presentan un riesgo más bajo mientras que el resto resulta similar. Con excepción de la soja, se han considerado el resto de los cultivos de procedencia local, es decir misma ecorregión. Efectivamente los factores de caracterización para las aves resultan más bajos para todos los usos del suelo de esta ecorregión (tabla A3). En esta la figura A1 se aprecia con más claridad una mayor contribución al impacto de pérdida de biodiversidad de las granjas de vacuno de leche.

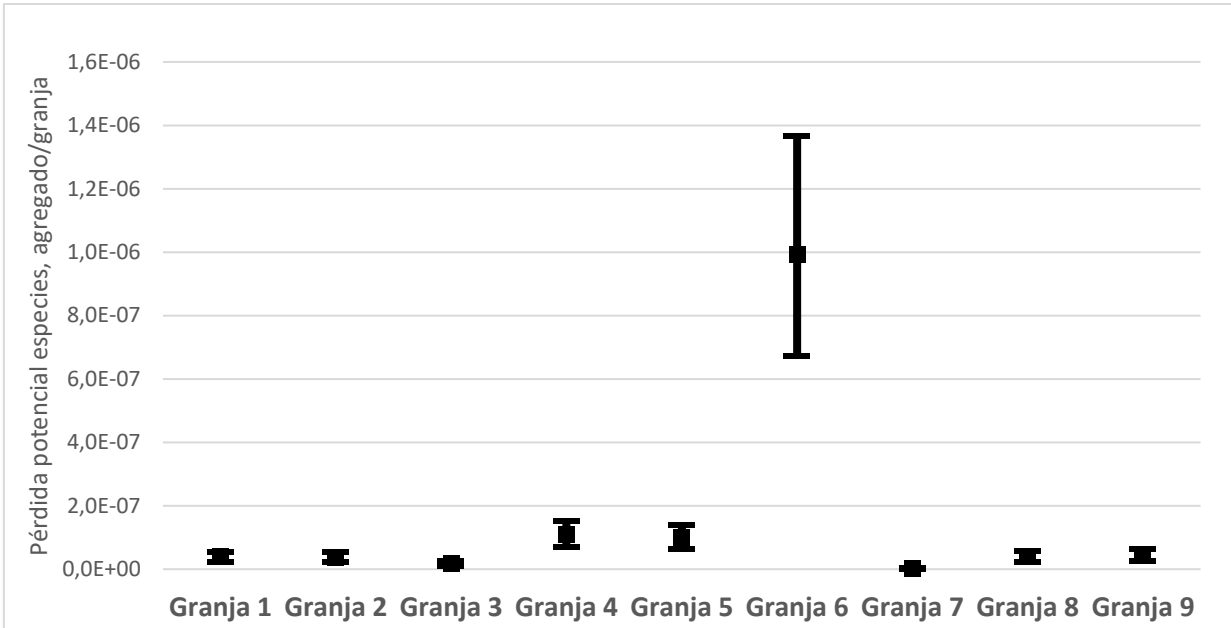


Figura A1. Daño a la biodiversidad con los correspondientes intervalos de confianza de 2,5% - 97,5% correspondiente a las diferentes granjas analizadas.

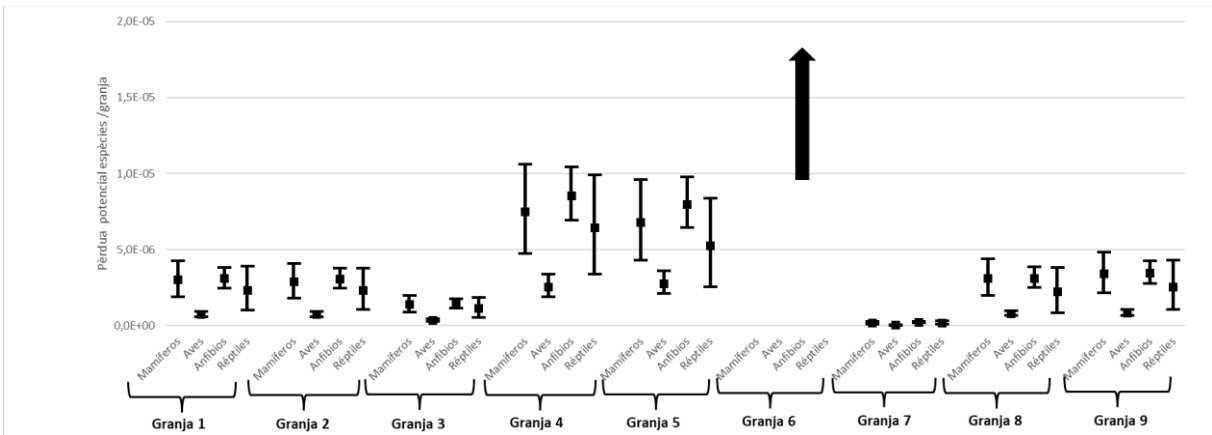


Figura A2. Daño a la biodiversidad expresada como pérdida potencial de especies, mamíferos, aves, anfibios y reptiles por cada una de las granjas analizadas.

La figura A3 muestra los valores obtenidos con los correspondientes intervalos de confianza de 2,5% - 97,5% de daño a la biodiversidad por los diferentes productos analizados, cárnicos, animales engorde, lácteos y lana. Obviamente, el daño sigue la misma tendencia que los otros indicadores ambientales previamente analizados, en cuanto en que el cálculo se hace por granja y entonces se distribuye la carga siguiendo los mismos criterios de distribución de cargas.

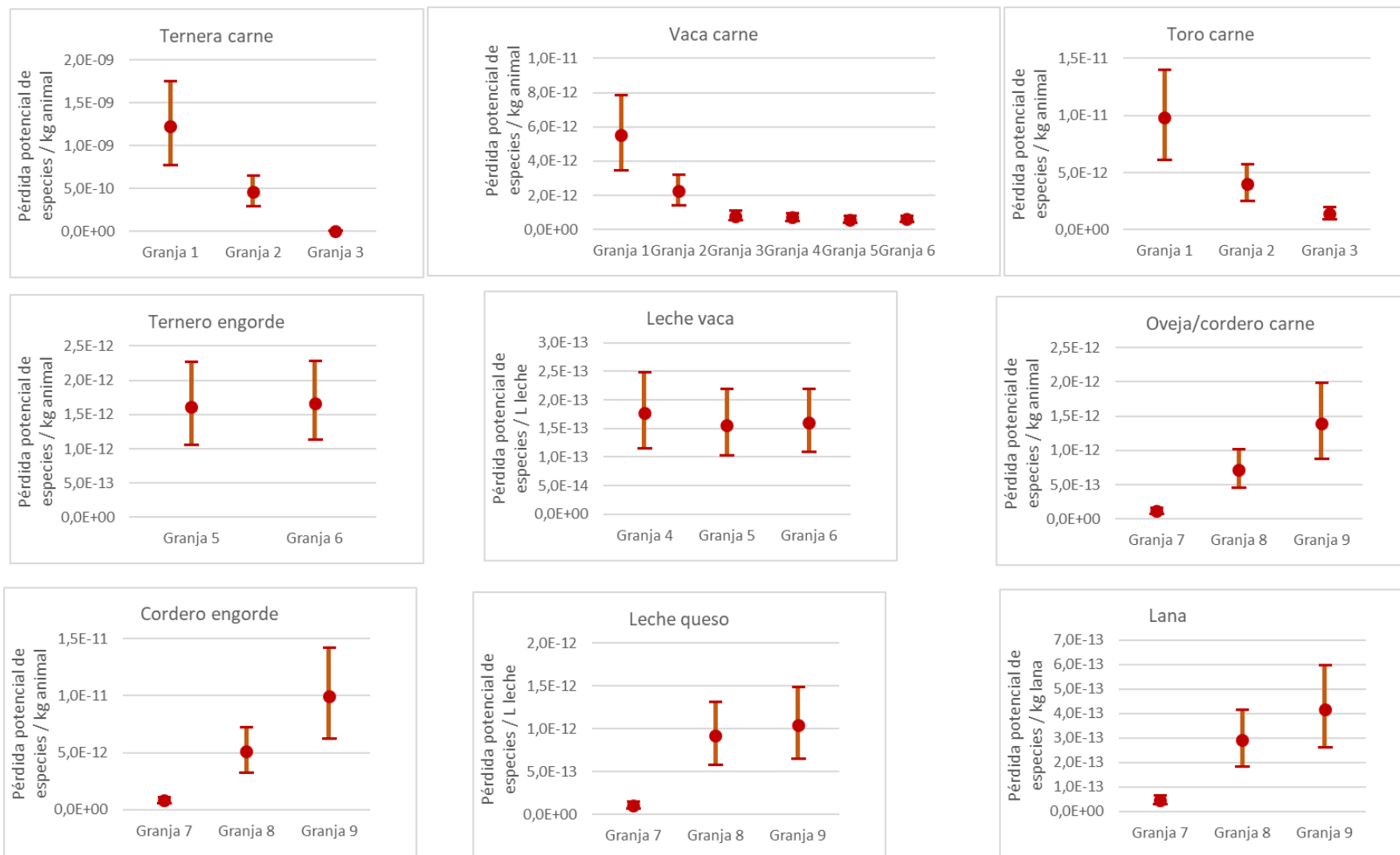


Figura A3. Daño a la biodiversidad expresada como pérdida potencial de especies por productos cárnicos obtenidos por las diferentes granjas analizadas.

A4. Discusión

La aplicación del indicador de pérdida de biodiversidad recomendado por UNEP y LEAP-FAO nos puede dar una primera aproximación, que puede ayudar a destacar rasgos básicos y generales, por ejemplo, la prioridad para la protección de especies vegetales. El pastoreo afecta principalmente a las especies de mamíferos, el cultivo mínimo a anfibios y para cultivos ligeros o intensos los reptiles, y son los taxones con mayor riesgo en el área estudiada. Esta información puede ser útil para establecer políticas preventivas o correctoras, por ejemplo.

Igualmente, dicho indicador puede ser útil para comprobar a grandes rasgos diferentes usos de suelo, por ejemplo, que significa sustituir 100 ha de pastoreo mínimo, el definido en las granjas analizadas por otros tipos de uso de suelo. La figura A4 muestra que las actividades de pastoreo y cultivo mínimo son en rasgos generales los más apropiados en la ecorregión PA0406.

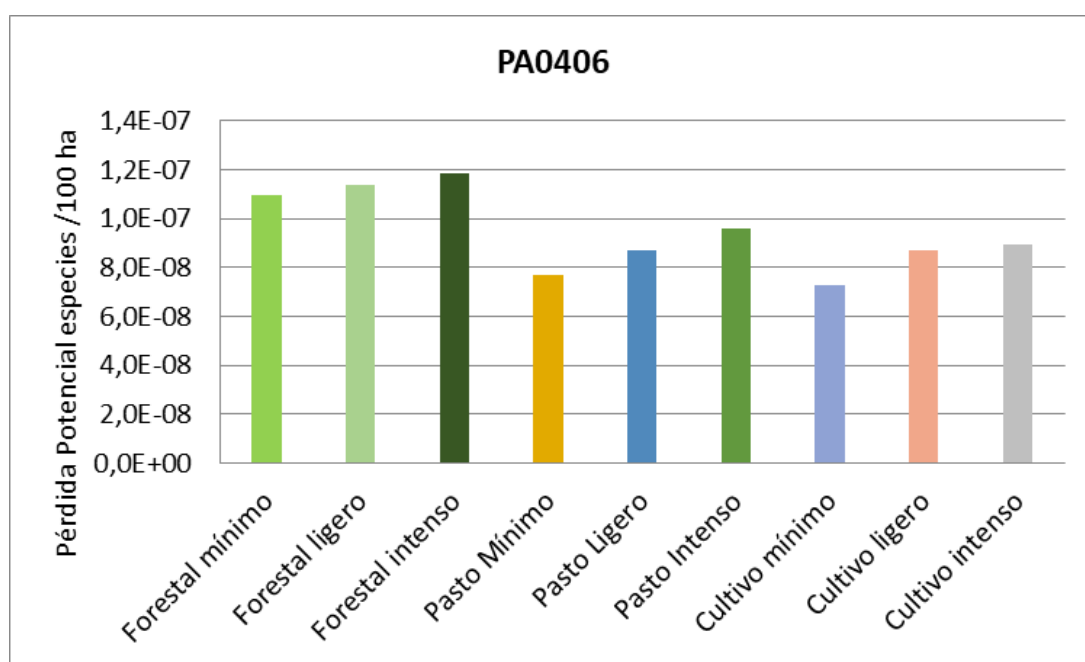


Figura A4. Pérdida potencial de las especies por 100 ha de acuerdo con diferentes usos del suelo en ecorregión PA0406.

Como se ha comentado este cálculo se ha hecho para iniciar estudios de aplicación de los indicadores de pérdida de biodiversidad, no habiendo por el momento otros estudios que permitan comparar los resultados. A medida que se vaya disponiendo de más información, de otras granjas, con diferente manejo y localización se podrá ver la utilidad y practicidad de dicho indicador. También se interpreta que las diferencias entre los factores de caracterización por los diferentes usos de suelo y correspondientes intensidades son relativamente bajas y lo que realmente destaca es la mayor o menor área ocupada. De hecho, las diferencias entre intensidad en los FCs de Chaudhary y Brooks (2018) son consistentemente bajas en cuanto que dependen demasiado de la proporción de área de un tipo específico de uso de la tierra, y no lo suficiente de la afinidad taxonómica o la intensidad de la gestión (Montemayor y col. enviado), esto conduce a que de acuerdo a sus resultados, resultaría más importante ahorrar un m² de uso de suelo, que cambios en la gestión, intensidad de manejo, aspecto que podría desacreditar la necesidad de desarrollo de factores específicos, siendo el mensaje final de que se utiliza menos suelo, y no se utiliza mejor.

Cabe añadir, también, que la total adjudicación de superficie de pastoreo a la función de la producción animal puede resultar errónea, en cuanto que el pastoreo puede estar cubriendo otras funciones que podríamos relacionar con servicios ecosistémicos, aparte del básico de proporcionar alimentos, de regulación (evitar erosión, ciclos hídricos, nutrientes, polinizadores,...), soporte (ciclos biológicos, prevención incendios, y culturales (paisajes). Aspectos que se recogen parcialmente en el indicador de uso del suelo utilizado en el análisis previo.

Otro aspecto para destacar es la variabilidad propia de los factores de caracterización que dificulta el establecimiento claro de opciones mejores claramente significativas. Como este método (Chaudhary y Brooks, 2018) se basa en factores de caracterización estimados a nivel de ecorregión, aplicar y extrapolar estos factores a niveles locales tiene sus limitaciones. No puede explicar los diferentes microclimas, ni los valores regionales de riqueza de especies, la afinidad de taxones y la vulnerabilidad. Por lo tanto, este método es útil principalmente para comparaciones a nivel de ecorregiones, como los piensos importados de otros países.

Por otro lado, se observa que prima más la cantidad de área ocupada que el propio manejo, por lo que se podría deducir que la clasificación en seis usos de suelo y tres intensidades no deja de ser generalista, sería interesante una aproximación más detallada de las diferentes prácticas. Es necesario tener más ejemplos y una comparación con otros indicadores con el fin de disponer de una información más cuidadosa de la influencia de una determinada actividad sobre la biodiversidad.

A5. Conclusión

La aplicación del indicador de pérdida de biodiversidad recomendado por las iniciativas de Ciclo de Vida del programa Ambiental de Naciones Unidas (Jolliet y col., 2018) y LEAP (FAO 2020) permite una primera aproximación del cálculo de pérdida de biodiversidad, permitiendo la comparación entre granjas y para diferentes actividades genéricas, observándose para los casos estudiados el beneficio de la actividad realizada. Asimismo, cabe destacar que dicho indicador, en el mismo marco de los estudios de ciclo de vida, prima la eficiencia en la gestión de los recursos. Sin embargo, el aspecto que adquiere más importancia es la cantidad de terreno utilizado, en los casos estudiados siempre el pastoreo, siendo los resultados directamente proporcionales al área ocupada. Por tanto, dicho indicador debería mejorar en la apreciación de usos e intensidades de manejo, excesivamente simplificados con la aproximación “top-down” empleada en su desarrollo, y la falta de monitorización de resultados, aspecto altamente complejo pero necesario. Sería por tanto aconsejable avanzar en el desarrollo de más factores de caracterización que pudieran cubrir más ampliamente usos e intensidades, y contrastar con valores medidos en línea con los trabajos iniciados por Knudsen y col. (2017), Luscher y col. (2017) Montemayor y col. (bajo revisión).

A6. Referencias

- Antón, A., Souza, D.M, Teillard, F., Milà i Canals, Ll (2016) Chapter 7. *Addressing biodiversity and ecosystem services in Life cycle assessment*. In Handbook on Biodiversity and Ecosystems Services impact assessment. Davide Geneletti (Ed)
- Chaudhary, A., & Brooks, T. M. (2018). Land Use Intensity-Specific Global Characterization Factors to Assess Product Biodiversity Footprints. *Environmental Science and Technology*, 52(9), 5094–5104. <https://doi.org/10.1021/acs.est.7b05570>
- Curran, M., L. de Baan and A.M. de Schryver et al. (2011), 'Toward meaningful end points of biodiversity in life cycle assessment', *Environmental Science & Technology*, 45(1), 70–79.
- Euskadi.EUS (2020). "Nekazal Zabalera, Ekoizpen Eta Atarramenduak. E.A.E. 2020 Superficie, Producción Y Rendimientos Agrícolas. C.A.E. 2020"<https://www.euskadi.eus/estadistika/nekazal-zabalera-ekoizpena-eta-atarramenduak-eaen/web01-a2gizeko/eu/>
- EC. (2017). *PEFCR Guidance document, - Guidance for the development of Product Environmental Footprint Category Rules (PEFCRs)*, version 6.3.
- FAO. (2020). *Biodiversity and the livestock sector – Guidelines for quantitative assessment*. Version 1. Rome, Livestock Environmental Assessment and Performance Partnership (FAO LEAP). <https://doi.org/10.4060/ca9295en>
- Faostat (2019) Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2019. Production: Crops. <http://faostat.fao.org>
- Jolliet, O., Antón, A., Boulay, A., Cherubini, F., Fantke, P., Levasseur, A., McKone, T.E, Michelsen, O., Milà i Canals, Ll., Motoshita, M., Pfister, S., Verones, F., Vigon, B., Frischknecht, R. (2018) Global guidance on environmental life cycle impact assessment indicators: Impacts of climate change, fine particulate matter formation, water consumption and land use. *The International Journal of Life Cycle Assessment* 23 (11) 2189-2207 <https://doi.org/10.1007/s11367-018-1443-y>
- Lindeijer, E. (2000), 'Biodiversity and life support impacts of land use in LCA', *Journal of Cleaner Production*, 8(4), 313–19.
- Liquete, C., Cid, N., Lanzasova, D., Grizzetti, B., Reynaud, A., (2016) Perspectives on the link between ecosystem services and biodiversity: The assessment of the nursery function, *Ecological Indicators*, 63, 249-257
- Koellner, T., L. de Baan and T. Beck et al. (2013), 'UNEP-SETAC guideline on global land use impact assessment on biodiversity and ecosystem services in LCA', *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 18(6), 1188–202.
- Knudsen, M.T., Hermansen, J.E., Cederberg, C., Herzog, F., Vale, J., Jeanneret, P., Sarthou, J.P., Friedel, J.K., Balázs, K., Fjellstad, W., Kainz, M., Wolfrum, S., Dennis, P., 2017. Characterization factors for land use impacts on biodiversity in life cycle assessment based on direct measures of plant species richness in European farmland in the 'Temperate Broadleaf and Mixed Forest' biome. *Sci. Total Environ.* <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.11.172>
- Lindeijer, E. (2000), 'Biodiversity and life support impacts of land use in LCA', *Journal of Cleaner Production*, 8(4), 313–19.

- Lüscher, G., Nemecek, T., Arndorfer, M., Balázs, K., Dennis, P., Fjellstad, W., Friedel, J.K., Gaillard, G., Herzog, F., Sarthou, J.P., Stoyanova, S., Wolfrum, S., Jeanneret, P., 2017. Biodiversity assessment in LCA: a validation at field and farm scale in eight European regions. *Int. J. Life Cycle Assess.* <https://doi.org/10.1007/s11367-017-1278-y>
- Milà i Canals, L. and L. de Baan (2015), 'Land use', in M. Hauschild and M. Huijbregts (eds), *Life Cycle Impact Assessment, LCA Compendium – The Complete World of Life Cycle Assessment*, Dordrecht: Springer, pp. 197–222.
- Montemayor, E., Knudsen, M.T., Bonmatí, A., Antón, A. (under review) Life cycle assessment characterization factors for land use impacts on biodiversity in organic and conventional farmland in the European Mediterranean biome. *Journal of Cleaner Production* (submitted)
- Olson, D.; Dinerstein, E.; Wikramanayake, E.; Burgess, N.; Powell, G.; Underwood, E.; D'Amico, J.; Itoua, I.; Strand, H.; Morrison, J.; Loucks, C.; Allnutt, T.; Ricketts, T.; Kura, Y.; Lamoreux, J.; Wettengel, W.; Hedao, P.; Kassem, K. (2001) Terrestrial ecoregions of the worlds: A new map of life on Earth. *BioScience*, 51 (11), 933–938.
- Souza, D.M., R.F.M. Teixeira and O.P. Ostermann (2015), 'Assessing biodiversity loss due to land use with life cycle assessment: are we there yet?', *Global Change Biology*, 21(1), 32–47.
- Taüll, M.; Casals, P.; Baiges, T. (2016). *Tipologies de pastura de les principals formacions arbrades de Catalunya*. Generalitat de Catalunya, Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca i Alimentació - Centre de la Propietat Forestal

