



we are sustainable

Informe Ambiental

Período 2023 - 2024

Centro de Empresas Procesadoras Avícolas (CEPA)

Inventario de Ciclo de Vida 2024

Marzo 2025

Primer Informe de Pollo Entero de CEPA

I. Índice de Contenidos

I.	ÍNDICE DE CONTENIDOS	2
II.	LISTA DE TABLAS	3
III.	ACRÓNIMOS	3
IV.	INTRODUCCIÓN	4
V.	OBJETIVOS DEL ESTUDIO	6
VI.	MARCO METODOLÓGICO	7
VII.	UNIDAD FUNCIONAL Y LÍMITES DEL SISTEMA	14
VIII.	DESCRIPCIÓN DE LAS ETAPAS DEL CICLO DE VIDA	16
IX.	INVENTARIO DEL CICLO DE VIDA	25
X.	RESULTADOS OBTENIDOS	29
XI.	CONCLUSIONES	52
XII.	REFERENCIAS	54

Prohibida la reproducción parcial o total del contenido de este documento técnico en cualquier soporte o formato sin la autorización previa del editor. Eventualmente se permitirá su utilización realizando la cita correspondiente.

Editor: CEPA - Centro de Empresas Procesadoras Avícolas

Este documento es el resultado de la actualización del Estudio de Análisis de Ciclo de Vida realizado por el INTI en el año 2021.

II. Lista de tablas

TABLA N° 1. ASIGNACIÓN BIOFÍSICA EN GRANJA DE REPRODUCTORES	26
TABLA N° 2. PRODUCTOS Y SUBPRODUCTOS DEL FRIGORÍFICO Y SU ASIGNACIÓN POR MASA	26
TABLA N°3 INVENTARIO DE PRODUCCIÓN DE CARNE DE POLLOS	30
TABLA N°4 INVENTARIO DE PRODUCCIÓN DE POLLOS EN GRANJA	31
TABLA N°5 INVENTARIO DE INCUBACIÓN	32
TABLA N°6 DE INTEGRIDAD DE LOS DATOS	34
TABLA N°7 DE INCERTIDUMBRE PARA EL FRIGORÍFICO CALCULADA POR MÉTODO DE MONTE CARLO Y MATRIZ PEDIGREE	36
TABLA N°8 DE INCERTIDUMBRE PARA LAS GRANJAS DE ENGORDE CALCULADA POR MÉTODO DE MONTE CARLO Y MATRIZ PEDIGREE	37
TABLA N°9 DE INCERTIDUMBRE PARA LA INCUBACIÓN CALCULADA POR MÉTODO DE MONTE CARLO Y MATRIZ PEDIGREE	38
TABLA N°10 DE INCERTIDUMBRE PARA EL FRIGORÍFICO CALCULADA POR MÉTODO DE MONTE CARLO Y MATRIZ PEDIGREE	39
TABLA N°11 DE INCERTIDUMBRE PARA LA ETAPA DE RECRÍA CALCULADA POR MÉTODO DE MONTE CARLO Y MATRIZ PEDIGREE	40
TABLA N°12 DE RESULTADOS DE LAS CATEGORÍAS DE IMPACTO AMBIENTAL	41
TABLA N°13 DE RESULTADOS DE LAS CATEGORÍAS DE IMPACTO AMBIENTAL ADICIONALES	42
TABLA N°14 DE RESULTADOS DE USO DE RECURSOS	42
TABLA N°15 DE RESULTADOS DE LA INCIDENCIA PARA CADA CATEGORÍA DE IMPACTO DE LOS PRINCIPALES INSUMOS EN LA PRODUCCIÓN DE PIENSOS	48
TABLA N°16 DE RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD	49
TABLA N°17 DE ESTUDIOS PUBLICADOS DE HUELLAS DE CARBONO CONFORME A ISO 14040 E ISO 14044	50
TABLA N°18 DE ESTUDIOS PUBLICADOS DE HUELLAS DE CARBONO CONFORME A ISO 14040 E ISO 14044	51

III. Acrónimos

AFOLU: siglas en Inglés que refieren a Agricultura, Silvicultura y Otros Usos de la Tierra

eq.: Equivalente

FAO: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura

CML: Ciencias Medioambientales de la Universidad de Leiden

CTU_h: Unidades Tóxicas Comparativas en seres humanos

CTU_e: Unidades Tóxicas Comparativas en ecotoxicidad

GEIs: gases de efecto invernadero

IPCC: Panel Intergubernamental para el Cambio Climático

ISO: Organización Internacional de Normalización

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

LCI: Life Cycle Inventory – Inventario de Ciclo de vida (por sus siglas en inglés)

PCR: Reglas de Categoría de Producto (por sus siglas en inglés)

Pollitos bb: pollitos recién nacidos

Potencial total de calentamiento global (GWP)

t: toneladas

UF: Unidad Funcional

IV. Introducción

En el mundo se observa que los consumidores exigen, de forma creciente, información sobre el impacto ambiental de los productos que adquieren para poder realizar una compra responsable (IBM, 2020). A su vez, las empresas y gobiernos solicitan una valoración de las emisiones e impactos generados por la actividad productiva y de servicios, para la compra y contratación. El sector avícola argentino no es ajeno a estas nuevas reglas del mercado, tratándose de una producción de carne en continuo crecimiento que alcanzó en el año 2022 la faena de un total de 751,392 millones de animales (SAGPYA, 2023), por lo que el estudio de sus impactos ambientales resulta de vital importancia para el sector, a los fines de mejorar su aptitud ambiental, competitividad y rentabilidad.

La cadena de carne avícola se inicia con la actividad de cría y recría de los padres, continúa con la postura de huevos fértiles que son incubados para obtener pollitos bebés que posteriormente son trasladados a las granjas de parrilleros donde los pollos convierten proteínas de origen vegetal a proteína animal en la producción de carne que es el resultado de la faena en frigorífico, distribución y comercialización de diferentes productos y subproductos. Este sistema integrado se caracteriza por una diversidad de agentes intervinientes, dado que coexisten distintos circuitos de comercialización. La producción de carne aviar es una de las principales cadenas productoras de carne del país con el mayor crecimiento en los últimos 20 años, constituyendo una actividad con valor agregado y demandante de mano de obra directa e indirecta, además de generar divisas a través de las exportaciones. La cadena avícola, al estar integrada verticalmente muy fuertemente, realiza la fabricación y provisión de piensos por intermedio de las plantas elaboradoras, las cuales son provistas por la producción de granos y como producto final se obtienen los diferentes alimentos balanceados que abastecen todas las granjas, incluyendo la cría y recría de los progenitores y granjas de engorde.

Según datos del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA), esta actividad logró resultados de producción mundial de carnes aviar en el año 2022, de 102,038 millones de toneladas frente a 114,577 millones de toneladas de carne porcina y 59,348 millones de toneladas de carne bovina. (USDA, 2023)

Durante el año 2022 Estados Unidos continuó siendo el mayor productor de carne de ave con un 20,6 % del total de la producción mundial, seguido por Brasil con 14,2 % y por China con 14 %. Luego la Unión Europea 10,8 %, seguida de Rusia 4,7, México 3,9 y Tailandia 3,2; mientras que Argentina ocupó en 2022 el 8° lugar como productor y 10° exportador mundial contribuyendo con el 2,3 % de las exportaciones mundiales. Respecto al ranking mundial de exportadores es liderado por Brasil, seguido de Estados Unidos. En tercer lugar, aparece la Unión Europea y más atrás Tailandia y China. (SAGPYA, 2022)

Argentina ocupó el décimo lugar donde las exportaciones de carne aviar y subproductos del año 2022 a más de 60 países, totalizaron 227,2 mil toneladas por un valor de 384,1 millones de U\$S valor puesto a bordo del transporte marítimo, FOB (Free On Board). Entre los principales destinos se encuentran China, Sudáfrica, Arabia Saudita, Chile, Angola, Singapur, Perú, Brasil, Emiratos Árabes Unidos y Países Bajos. (SAGPYA, 2022)

La faena de aves habilitada por el Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA) se distribuye mayoritariamente en las provincias de Entre Ríos (48,1 %) y Buenos Aires (37,9 %) y en menor medida entre Santa Fe (4,8 %), Córdoba (4,3 %) y Río Negro (2,6 %). El 2,3 % restante se reparte entre las provincias de Mendoza, Salta, Jujuy y La Rioja. (SAGPYA, 2023)

El consumo aparente total de carne aviar registrado a junio de 2024 ascendió 44,85 kg/persona/año (SAGPYA, 2024). Por otra parte, el consumo de carne bovina fue 47,58

kg/persona/año y el de carne porcina 16,63 kg/persona/año, lo que totaliza 109,06 kg/persona/año de las tres carnes para el período mencionado previamente. (SAGPyA, 2024)

En este contexto, los impactos ambientales revisten importancia para la cadena de valor de la carne avícola porque los productos son distribuidos y comercializados mundialmente, donde las actuales y las futuras generaciones de consumidores comienzan a exigir información sobre sostenibilidad ambiental de los productos consumidos, entre ellos, los alimentos.

Este informe proporciona una explicación de la implementación de la metodología al sector aviar argentino junto con los resultados y la interpretación de los datos del LCI (Inventario de Ciclo de Vida) para la carne aviar argentina. El estudio se llevó a cabo originalmente para los datos de producción de carne de pollo para el periodo 2021/2022 y este informe es una actualización del mencionado informe con factores de caracterización y emisiones al periodo 2024.

La recopilación de datos y el desarrollo de la metodología han estado sujetos a una gran cantidad de controles de calidad para confeccionar un Inventario de Análisis de Ciclo de Vida (LCI) de referencia de carne de pollo para uso interno y externo en la industria nacional.

El **cálculo** de los impactos ambientales de un producto resulta de utilidad en la cadena de valor, porque:

- ▶ Brinda una visión ambiental integral, mostrando qué etapas del ciclo de producción-consumo son las de mayor impacto (puntos críticos) para un producto.
- ▶ Permite comunicar la imagen ambiental de un producto (marketing, ecoetiquetas)
- ▶ Muestra posibles reducciones de costos a través del uso más eficientes de recursos energéticos y materiales (gestión de materias primas y proveedores)
- ▶ Propone argumentos y herramientas para la revalorización de subproductos y desechos a través del reciclado o la reutilización.
- ▶ Permite comparaciones entre materias primas, embalajes, tecnologías, métodos de distribución, como así también entre productos y servicios sustitutos.

Por lo expuesto, el Centro de Empresas Procesadoras Avícolas (CEPA) solicitó la realización del presente estudio conforme a las ISO 14040 y 14044, el cual fue llevado a cabo por el Instituto Nacional de Tecnología Industrial, y se encuentra conforme a las normativas de referencia ISO 14046 y 14067 y a la normativa de Declaraciones Ambientales de Producto (Ecoetiquetado de tipo III) ISO 14025 y con las Reglas de Categoría de Producto (PCR por sus siglas en inglés) publicadas por The International EPD | AB. En este caso se usó la PCR denominada "MEAT OF POULTRY" versión 3.0.2, de fecha 2020-09-04, válida hasta 2025-03-04. Dentro de la cual se incluye la carne aviar refrigerada y congelada (fresh, frozen or chilled meat).

“Implementación de la metodología LCA al sector aviar argentino junto a los resultados y la interpretación de los datos de LCI para la carne aviar argentina”

V. Objetivos del Estudio

El objetivo del informe es determinar el inventario nacional (LCI) y sus impactos ambientales de la producción de la carne de pollo producida en el sistema integrado del complejo avícola argentino aplicando la metodología de Análisis de Ciclo de Vida, este estudio de casos múltiples a partir de casos individuales se focaliza sobre socios de "CEPA". (Yin, 2009) (Yin R. , 1984) (Yin R., 2003)

Los objetivos particulares del estudio y el informe incluyen

- ▶ La Producción de datos del LCI en productos de la industria aviar. Los LCI contemplan un alcance de los datos de la cuna a la puerta de la industria y datos de la cuna a la tumba, incluyendo la disposición final de residuos.
- ▶ La difusión de datos para apoyar la comunicación con las partes interesadas de la industria.
- ▶ La ayuda a los programas de evaluación comparativa y mejora ambiental de la industria avícola argentina.
- ▶ El conocimiento del uso de los recursos y su afectación al ambiente en las categorías de impacto antes mencionadas, siendo información potencial para compartir con las partes interesadas.
- ▶ El conocimiento de los puntos críticos o hotspots, con la mirada puesta en la mejora continua de los procesos productivos a través de mejoras tecnológicas y de gestión, orientadas hacia la sustentabilidad.

Se prevee una actualización anual del informe debido a las modificaciones que pueden producirse a nivel local y global. Permitiendo a las empresas miembros de CEPA actualizar los datos existentes y generar nuevos conjuntos de datos de otros productos y subproductos. Dado que ningún dato proporcionado por las empresas avícolas tiene más de 5 años, los conjuntos de datos se encuentran conformes con las restricciones temporales de EPD International AB y el Programa de Huellas Europeo.

Inventario de la producción de carne de pollo en Argentina y sus impactos ambientales.



VI. Marco metodológico

- ▶ El estudio se realizó conforme a normativa vigente de Standart Organization (ISO), las directrices del Panel Intergubernamental para el Cambio Climático (IPCC) y las guías de FAO, debajo se detallan aquellas de mayor relevancia.
- ▶ Normativas de referencias
 - ISO 14040: Análisis del ciclo de vida - Marco general, los principios y requisitos para conducir los estudios de análisis de ciclo de vida e informar sobre ellos. Organización Internacional de Normalización (ISO)
 - ISO 14044: Análisis del ciclo de vida - Estudios de análisis de ciclo de vida y los estudios de análisis de inventario de ciclo de vida. Organización Internacional de Normalización (ISO)
 - ISO 14046: Evaluación de la huella de agua - Norma internacional que especifica los principios, requisitos y directrices relacionados con la huella de agua de productos, procesos u organizaciones basados en el análisis del ciclo de vida (LCA por sus siglas en inglés). Organización Internacional de Normalización (ISO)
 - ISO 14067: Huella de carbono de los productos - Requisitos y directrices para la cuantificación y comunicación. Organización Internacional de Normalización (ISO)
 - ISO 14025: Etiquetado y declaraciones ambientales – Tipo III declaraciones ambientales – Principios y procedimientos. Organización Internacional de Normalización (ISO)



Impactos ambientales y métodos

El método de análisis que se aplica en este documento es European Foodprint Reference Package 3.1. Este estándar reemplazó en febrero de 2023 al estándar EPD (2018) y está destinado a la creación de Declaraciones Ambientales de Productos (EPD), como se publica en el sitio web del EPD® International AB. Este estándar de cálculo se encuentra disponible para su uso en el Software de cálculo SIMAPRO. (European Footprint | EF, 2023)

A continuación, se describen brevemente los indicadores ambientales que corresponden a cada categoría de impacto ambiental a ser evaluados para obtener un Ecoetiquetado Tipo III con Declaratoria Ambiental e incluye categorías de impacto adicionales:

- ▶ **CAMBIO CLIMÁTICO:** el parámetro incluido en esta categoría se denomina potencial total de calentamiento global (GWP). Este parámetro es una medida relativa de cuánto calor puede ser retenido por determinados gases de efecto invernadero (GEI) acumulados en la atmósfera. Los GEI absorben parte de la radiación en longitudes de onda consideradas radiación infrarroja que fueron previamente emitidas por la superficie terrestre, provocando una suba de la temperatura en superficie, responsable de que el planeta tienda a calentarse. En la atmósfera, los gases de efecto invernadero son básicamente dióxido de carbono (CO₂), óxido nitroso (N₂O) y metano (CH₄), entre otros (Field, et al., 2012). En la metodología de cálculo se describen cuatro indicadores que diferencian según su origen a los GEI: GWP fósil, GWP biogénico, GWP por uso de suelo y cambio de uso de suelo (luluc) y su expresión es en kg de CO₂ equivalente. Para la determinación se utiliza la norma ISO 14067 que describe los principios, requisitos y directrices para la determinación de huella de carbono, las guías del Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) de 2019 y la norma EN 15804. (EN 15804, 2019) (Echazarreta, Marzocchini, Garcia de Andina, & Gulivart, 2024)
- ▶ **ACIDIFICACIÓN:** el parámetro incluido en esta categoría se denomina potencial de acidificación, excedente acumulado (AP) y ocurre por la liberación de protones a los ecosistemas terrestres o acuáticos, con diversas consecuencias en dichos ambientes. Los SO_x y NO_x descargados a la atmósfera por fuentes naturales y antropogénicas retornan a la superficie de la tierra en forma de ácido sulfúrico y nítrico mediante precipitaciones, originando lo que se conoce como lluvia ácida. La acidificación de ríos y lagos provoca el incremento del contenido de iones metálicos como Al, Cd, Zn y Pb, causando efectos nocivos en los ecosistemas. Las altas deposiciones de compuestos de azufre y nitrógeno producen daños sobre suelos y bosques. Las emisiones se contabilizan por el excedente acumulado y se expresan en moles de H⁺ equivalentes (H⁺ equivalente). (Seppälä, Posch, Johansson, & Hettelingh, Country-Dependent Characterisation Factors for Acidification and Terrestrial Eutrophication Based on Accumulated Exceedance as an Impact Category Indicator, 2006) (Posch, Hettelingh, Johansson, Margni, & Jolliet, 2008). (Echazarreta, Marzocchini, Garcia de Andina, & Gulivart, 2024)

- ▶ **AGOTAMIENTO DE LA CAPA DE OZONO:** el parámetro incluido en esta categoría se denomina potencial de agotamiento de la capa de ozono estratosférico (ODP). El ozono atmosférico se forma y destruye continuamente por las reacciones químicas en la estratósfera. El proceso de agotamiento se produce como consecuencia de que la tasa de destrucción del ozono es mayor a la generación, debido a pérdidas fugitivas de sustancias antropogénicas que persisten en la atmósfera. Los precursores químicos provenientes de las pérdidas fugitivas persistentes que contienen átomos de cloro en compuestos clorofluorocarbonos (CFC) o bromo, por su larga vida atmosférica y debido a las tormentas polares (en especial en el Polo Sur) son capaces de llegar a la estratósfera. Estos son sumamente efectivos en la degradación del ozono debido a la catálisis heterogénea de radicales libres en una secuencia de reacciones de degradación, en las que reaccionan con ozono para dividirlo en oxígeno molecular y atómico sin ser consumido. (European Commission, 2010).
El ozono estratosférico (90% del ozono total) es vital para la vida porque impide el ingreso de la radiación solar nociva a la superficie terrestre. En el caso que la radiación UV-B (inferior a 300 nanómetros) alcanzase la troposfera y la superficie de la tierra, este fenómeno podría causar envejecimiento celular prematuro, deterioro del sistema inmunológico y daños a la vegetación terrestre y a los ecosistemas acuáticos, incrementando el riesgo que los seres humanos contraigan cáncer de piel y cataratas. (European Commission, 2010). (Echazarreta, Marzocchini, Garcia de Andina, & Gulivart, 2024)
- ▶ **EUTROFIZACIÓN:** es definida como el enriquecimiento por exceso de nutrientes (nitrógeno, fósforo o sustancias orgánicas degradables) en los ecosistemas acuáticos, debido a la contaminación con fertilizantes inorgánicos y a la contaminación por efluentes urbanos, entre otras causas. La eutrofización provoca un incremento de la producción de algas plancton y de otras plantas acuáticas y el empobrecimiento de la diversidad. La explosión de algas que acompaña la eutrofización acuática impide que la luz penetre hasta el fondo del ecosistema, agotando el oxígeno y tornando inviable la vida de la mayoría de las especies, lo que lleva a un deterioro de la calidad del agua y a una reducción del valor de uso del ecosistema acuático. En la actualidad se expresan los siguientes indicadores:
 - Eutrofización del agua dulce, parámetro potencial de eutrofización, fracción de nutrientes que alcanzan el compartimento final de agua dulce (EP-freshwater) (ReCiPe 2008, 2013).
 - Eutrofización del agua marina, parámetro potencial de eutrofización, fracción de nutrientes que alcanzan el compartimento final de agua marina (EP-marine) (ReCiPe 2008, 2013).
 - Eutrofización terrestre, parámetro potencial de eutrofización, excedente acumulado (EP-terrestrial) (Seppälä, Posch, Johansson, & Hettelingh, Country-Dependent Characterisation Factors for Acidification and Terrestrial Eutrophication Based on Accumulated Exceedance as an Impact Category Indicator, 2006) (Posch, Hettelingh, Johansson, Margni, & Jolliet, 2008). (Echazarreta, Marzocchini, Garcia de Andina, & Gulivart, 2024)
- ▶ **FORMACIÓN DE OZONO FOTOQUÍMICO:** el parámetro incluido en esta categoría se denomina potencial de formación de ozono troposférico (POCP). La formación fotoquímica de ozono o smog fotoquímico está causada por la degradación de compuestos orgánicos (Nox, VOCs) en presencia de luz solar. El smog es el impacto local, mientras que la formación de ozono troposférico es un impacto regional. El ozono sigue reaccionando con otros contaminantes presentes en el aire y acaba formando un conjunto de sustancias que pueden producir importantes daños a las plantas, irritación ocular y problemas respiratorios. La formación de ozono es un proceso no lineal que

depende de la meteorología, condiciones y concentraciones de fondo de NOx y COVNm; este proceso de formación es más intenso en verano y suele ocurrir en ciudades soleadas y con poco movimiento de masas de aire (ReCiPe 2008 2013) (Echazarreta, Marzocchini, Garcia de Andina, & Gulivart, 2024)

- ▶ **AGOTAMIENTO DE RECURSOS ABIÓTICOS MINERALES Y METALES:** el parámetro incluido en esta categoría se denomina potencial de agotamiento de los recursos abióticos para los recursos no fósiles (ADP-minerals & metals), definido como la reducción de stock de metales y minerales y cuantificado en kg equivalente de antimonio por kg de extracción, o kg de equivalente de antimonio (metodología CML). (Oers y otros 2002). (Echazarreta, Marzocchini, Garcia de Andina, & Gulivart, 2024)
- ▶ **AGOTAMIENTO DE RECURSOS ABIÓTICOS COMBUSTIBLES FÓSILES:** el parámetro incluido en esta categoría se denomina potencial de agotamiento de recursos abióticos para los recursos fósiles (ADP-fossil). Van Oers et al. sugirieron definir una categoría de impacto separada para los combustibles fósiles, basándose en su función similar a la anterior pero diferenciado por la obtención de energía a partir de su consumo por MJ para los portadores de energía (metodología CML). (Oers, de Koning, Guinée, & Huppes, 2002). (Echazarreta, Marzocchini, Garcia de Andina, & Gulivart, 2024)
- ▶ **CONSUMO DE AGUA:** el parámetro incluido en esta categoría se denomina potencial de privación de agua (usuario), consumo de privación ponderada de agua (WDP) y es calculado aplicando el método AWARE conforme a la norma ISO 14046 para la determinación de la huella de agua por escasez. La WDP es un indicador del uso del agua que representa el agua disponible relativa a un área de una cuenca, luego que se haya satisfecho la demanda de los seres humanos y los ecosistemas acuáticos. Este indicador describe el potencial de la privación de agua, ya sea para los seres humanos o los ecosistemas, partiendo del supuesto que cuanto menos agua quede disponible por área, más probable será que otro usuario sea privado de ella (ISO 14046, Boulay et al., 2017). Las características de la huella de agua son locales y variables en el tiempo, ya que se relacionan con precipitaciones, drenaje y características climáticas, geográficas, ecoambientales o socioeconómicas específicas, siendo apropiado relacionarla con los problemas regionales y globales (ISO 14046). (EN 15804, 2020). (Echazarreta, Marzocchini, Garcia de Andina, & Gulivart, 2024)
- ▶ **EMISIONES DE MATERIA PARTICULADA:** el parámetro incluido en esta categoría se denomina potencial de incidencia de enfermedades debidas a las emisiones de materia particulada (PM). Dentro del material particulado respirable presente en la atmósfera en forma sólida o líquida (polvo, cenizas, hollín, partículas metálicas, cemento y polen, entre otras) se encuentran las partículas finas de diámetro inferior a 2,5 micrones. Estas son consideradas uno de los factores ambientales más importantes que contribuyen a enfermedades humanas a nivel global, ya que están asociadas a diversos efectos adversos para la salud y una reducción de la esperanza de vida, incluida la morbilidad respiratoria y cardiovascular crónica y aguda, la mortalidad crónica y aguda, el cáncer de pulmón, la diabetes y resultados adversos en el parto. Por ello la cuantificación de los daños a la salud humana causados por las partículas de 2,5 micrones, incluyendo primarias y secundarias, son de importancia significativa y se expresan como un cambio en la mortalidad por la exposición a estas emisiones en términos de muertes por kilogramo de PM 2,5 micrones. (Fantke, et al., 2016). (Echazarreta, Marzocchini, Garcia de Andina, & Gulivart, 2024)
- ▶ **RADIACIÓN IONIZANTE, SALUD HUMANA:** el parámetro incluido en esta categoría se denomina eficiencia de exposición del potencial humano relativo al Uranio 235 (IRP). La producción del combustible nuclear, la extracción de roca fosfórica, las centrales eléctricas de carbón e incluso la extracción de petróleo y gas son fuentes artificiales de emisiones al medio ambiente de radionucleidos transmitidos por el aire y el agua. Los factores de exposición se relacionan con las emisiones de irradiación externas debidas a

las liberaciones de líquidos al mar y a cuerpos de agua dulce (por ejemplo, ríos) junto a la radiación en el aire y en el suelo. Por otro lado, la exposición a la inhalación directa por ingestión de plantas (incluidos cultivos de regadío) y animales (incluidos pescados y mariscos), provocan dosis colectivas adicionales en los seres humanos. El efecto de la radiación ionizante desencadena la transferencia de energía al tejido corporal, interfiriendo en la estructura de las moléculas. En el caso de los organismos vivos, esta transferencia de energía puede alterar o destruir las funciones de las células, promover la aparición de cáncer mortal y no mortal o cambiar el código genético de las células con un efecto hereditario. La unidad de expresión de esta categoría de impacto ambiental es kBq U₂₃₅ eq. (radiación del Uranio – isótopo 235 en forma equivalente). (Frischknecht, Braunschweig, Hofstetter, & Suter, 2000). (Echazarreta, Marzocchini, García de Andina, & Gulivart, 2024)

- ▶ **ECOTOXICIDAD (AGUA DULCE) (ETP-fw):** el parámetro incluido en esta categoría se denomina potencial comparativo de unidad tóxica para los ecosistemas (ETP-fw). Esta categoría de impacto se define como la toxicidad provocada por sustancias químicas o metálicas en los organismos acuáticos vivos, excluyendo los seres humanos. Para estimar la ecotoxicidad en agua dulce se debe aplicar la metodología denominada USEtox que surge como consenso de diferentes modelos utilizados previamente donde se unificaron los factores de caracterización. El modelo permite una evaluación de los efectos toxicológicos de una sustancia química que es emitida al ambiente implicando en una cadena de causa-efecto que vincula las emisiones con los impactos a través de tres pasos: el destino ambiental, la exposición a la sustancia y los efectos en la toxicidad humana. (Jolliet, Saadé-Sbeih, Shaked, Jolliet, & Crettaz, Environmental Life Cycle Assessment, 2016) (Rosenbaum, et al., 2008). (Echazarreta, Marzocchini, García de Andina, & Gulivart, 2024)
- ▶ **TOXICIDAD HUMANA:** El impacto de la toxicidad de los productos químicos y metales en los seres humanos se evalúa en el destino, la exposición y los efectos ambientales. El factor de caracterización se evalúa en unidades tóxicas comparativas (CTUh), que representan el aumento estimado de la morbilidad en la población humana total, por unidad de masa de una sustancia química emitida. Los factores de efectos humanos relacionan la cantidad a la que está expuesta una población por ingestión e inhalación con la probabilidad de efectos perjudiciales de la sustancia química en los seres humanos. Se basa en los resultados de estudios de laboratorio sobre datos de toxicidad y efectos cancerígenos y no cancerígenos. La toxicidad humana no cancerígena evalúa el potencial de riesgo de la ingesta de sustancias químicas para casos de enfermedades no cancerígenas en CTUh, y la toxicidad humana cancerígena evalúa el aumento de la morbilidad con efectos cancerígenos, también en CTUh. (Echazarreta, Marzocchini, García de Andina, & Gulivart, 2024)
- ▶ **IMPACTOS RELACIONADOS CON EL USO Y CALIDAD DEL SUELO:** el parámetro incluido en esta categoría se denomina índice de potencial de calidad del suelo (SQP). El índice de calidad del suelo basado en la metodología LANCA permite evaluar el impacto de diferentes intervenciones que involucran el uso de la tierra en cinco funciones del suelo, las cuales consideran la producción biótica (BP), la recarga de aguas subterráneas (GR), la resistencia a la erosión (ER), la filtración mecánica (MF) y la filtración fisicoquímica (PF), todas ellas basadas en datos específicos del sitio. Las razones por la cual fue considerado fue su coincidencia con la clasificación de uso del suelo totalmente compatible con el (ILCD), presentando mayor cobertura en términos de uso del flujo del suelo elemental y permitiendo la aplicación global de sus factores de caracterización (FC), los cuales son calculados a nivel global como nacional, cubriendo los aspectos de ocupación y transformación, evidenciando robustez al modelar los impactos en diferentes propiedades y funciones de suelo. (Bos, Horn, Beck, Lindner, & Fischer, 2016) (Echazarreta, Marzocchini, García de Andina, & Gulivart, 2024)

- ▶ **DEMANDA ACUMULADA DE ENERGÍA (CED):** representa el uso directo e indirecto de energía a lo largo del ciclo de vida de un producto, incluyendo la energía consumida durante los procesos de extracción, fabricación y eliminación de las materias primas y auxiliares. Para las estimaciones se utiliza el poder calorífico inferior o superior de los recursos energéticos primarios, donde este último incluye a la energía de evaporación del agua presente en el gas de combustión, posibilitando distinguir las necesidades energéticas de recursos renovables y no renovables (Huijbregts, et al., 2023). La energía primaria se expresa en Megajoules (MJ) e incluye toda la energía (directa e indirecta) utilizada para transformar o transportar materias primas, comprendiendo la energía inherente contenida en materias primas o materias primas que también se utilizan como fuentes de energía comunes. El enfoque de demanda acumulada de energía es consistente y cuantifica el contenido energético de los diferentes recursos energéticos, renovables y no renovables. Huijbregts, et al. concluyeron que el CED más que ser un indicador del uso de recursos es una categoría de impacto ambiental, porque permite la evaluación del desempeño ambiental y se relaciona entre diferentes categorías de impactos ambientales con las cuales se observa una alta correlación.

La descripción de las metodologías y sus factores es muy importante al momento de analizar los resultados



Granjas de abuelos en argentinas

Guías de cálculo

Las guías de cálculo que se utilizaron como referencia fueron:

- ▶ Regla de categoría de producto (PCR - Product Category Rules): Meat of poultry (fresh, frozen or chilled) V 3.0.2 Fecha 2024-03-04.
- ▶ IPCC - Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. Directrices para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, 2019:
 - Volumen 4 AFOLU- Capítulo N°2: Metodologías genéricas aplicables a múltiples categorías de uso de la tierra.
 - Volumen 4 AFOLU - Capítulo N°3: Representación coherente de las tierras
 - Volumen 4 AFOLU - Capítulo N°6: Tierras de Cultivo
 - Volumen 4 AFOLU - Capítulo N°10: Emisiones del ganado y gestión del estiércol.
 - Volumen 4 AFOLU - Capítulo N°11: Emisiones de N₂O de los suelos gestionados y emisiones de CO₂ derivadas de la aplicación de cal y urea.
 - Volumen 5 Desechos - Capítulo N°6: Tratamiento y descarga de aguas residuales.
- ▶ FAO Leap. 2016. Emisiones de gases de efecto invernadero y uso de energía fósil de las cadenas de suministro de aves de corral: Directrices para la evaluación. Asociación de Evaluación y Desempeño Ambiental de Ganadería (LEAP). FAO, Roma, Italia.

Herramientas de cálculo y base de datos

- ▶ CROPWAT 8.0 (FAO). Herramienta de apoyo a las decisiones provista por la División de Desarrollo de la Tierra y el Agua de la FAO. CROPWAT 8.0 para Windows, es un programa informático para el cálculo de requerimientos de agua de cultivos y requerimientos de riego basados en datos de suelo, clima y cultivo. Además, permite el desarrollo de calendarios de riego para diferentes condiciones de manejo y el cálculo del abastecimiento de agua del esquema para patrones variables.
- ▶ SimaPro® 9.4.0.1. Software de origen holandés desarrollado por PRé Consultants B.V., bajo el concepto de LCA empleado desde hace 25 años en más de 80 países. Diseñado para procesar los potenciales impactos ambientales relacionados con cada proceso dentro de un sistema. Cuenta con diversos métodos de cálculo de impactos, conforme a las directrices de las normas internacionales.
- ▶ Microsoft Excel. Hoja de cálculo desarrollada por Microsoft para Windows que es utilizada como herramienta avanzada de análisis y visualización de datos.
- ▶ Ecoinvent V 3.9 (Base de datos para SimaPro). Es una base de datos compatible con estudios y evaluaciones basadas en las normas ISO 14040:1998 y 14044:2008 (ISO 14040: Gestión ambiental. Análisis del ciclo de vida. Principios y marco, 1998) (ISO 14044: Environmental Management, Life Cycle Assessment Requirements and Guidelines, 2008). Con más de 12.800 conjuntos de datos en las áreas de suministro de energía, agricultura, transporte, biocombustibles y biomateriales, productos químicos a granel y especiales, materiales de construcción, materiales de envasado, metales básicos y preciosos, procesamiento de metales, TIC y electrónica, lechería, madera y tratamiento de residuos. Ecoinvent V3 es una de las más extensas y más consistentes bases de datos internacionales.
- ▶ Agri-footprint V 4.0 (Base de datos para SimaPro). Es una base de datos con acceso a una amplia gama de categorías de impacto específicas de la agricultura, tales como agua y uso de la tierra, cambio de uso de la tierra, fertilizantes y contenido de carbono en el suelo. Agri-footprint contiene aproximadamente 3.500 productos y procesos específicos para LCA agrícola: cultivos, productos y productos intermedios, compuestos alimenticios, productos alimenticios, sistemas de producción animal y procesos de fondo tales como transporte, insumos auxiliares para procesamiento y fertilizantes.



Unidad funcional “1 kilogramo de carne de pollo faenado y envasado con menudos”

VII. Unidad Funcional y Límites del sistema

Unidad funcional

La unidad funcional de este estudio es “1 kilogramo de carne de pollo faenado y envasado con menudos” sin incluir el peso del envase de producción intensiva con un ciclo de aproximadamente 52 días. Incluyendo el consumo y disposición final de residuos dentro de su alcance, por tal motivo el tipo de estudio es considerado “de la cuna a la tumba” o “cradle to grave”.

El estudio consideró una asignación por masa según lo dispuesto en la PCR correspondiente.

Límite del sistema

El límite del sistema de estudio donde se aplicó el LCA fue seleccionado de forma tal que permite examinar los impactos ambientales de la producción de carne de pollos de engorde y los elementos involucrados en el proceso dentro de la cadena de suministro. Ver diagrama esquema 1. El estudio abarca las materias primas e insumos requeridos y las emisiones generadas en la producción de los diferentes tipos de alimentos utilizados en la crianza de los pollos parrilleros y las ponedoras, como granos de maíz, soja junto a sus derivados, afrechillo de trigo, minerales y agua entre otros insumos. Por otro lado, el estudio incluye el resto de los insumos entre los cuales podemos describir aquellos recursos energéticos y materiales consumidos. En detalle la energía eléctrica, los combustibles, materiales para la cama de pollo, envases y embalajes, productos de limpieza y desinfección, entre otros en la postura, incubación de los huevos, engorde del pollo parrillero, faena y procesado en la planta frigorífica y logística, distribución y consumo fueron considerados al realizar el análisis.

Alcance del estudio

El análisis de inventarios del trabajo original contempló la información necesaria desde la producción regional de los granos como insumos para la alimentación animal, la producción de pollos a partir de las granjas de padres, el proceso industrial de faena considerando el empaque, es decir que ese estudio consideraba un alcance a la salida del frigorífico (estudio de la cuna a la puerta). Sin embargo, en este informe se realiza una ampliación complementaria con la distribución a los centros urbanos de mayor consumo en Argentina y algunos otros destinos internacionales donde se exporta el producto donde se realiza la adquisición por parte del consumidor, incluyendo el escenario de cocción y disposición final del packaging y resto de desechos (de la cuna a la tumba), posibilitando que el estudio tenga un alcance geográfico global. Respecto al alcance temporal de los inventarios del trabajo original, la información del sistema productivo de granos y carne corresponde al año 2020 - 2021.



Galpón de pollos de engorde black out en Argentina.

Cobertura Tecnológica

La producción de pollo considera dos modalidades dentro del país, la tradicional y el sistema black out. Las planillas de relevamiento contemplaron estas alternativas que son utilizadas por las empresas participantes dentro del estudio el 81,35 % produce bajo el sistema tradicional y 18,65 % bajo el sistema moderno denominado black - out, siendo este dato muy relevante ya que determina la uniformidad del muestreo.

Cobertura Geográfica

Las empresas que participan en el estudio produjeron durante el periodo 2021/2022 489,11 millones de toneladas (t) con una incidencia sobre la producción nacional de 65,09 % las empresas con mayor incidencia se encuentran radicadas en Entre Ríos y Buenos Aires, aunque en el estudio participan empresas de diversas provincias, permitiendo que la oferta de pollo sea diversa en diferentes provincias. En el estudio participaron 17 empresas con 23 plantas de faena integradas verticalmente, las cuales se ubican en 5 provincias que proporcionaron datos en 2020/21 de un total de 135 granjas de padres, 28 plantas de incubación y 1987 granjas de pollo.

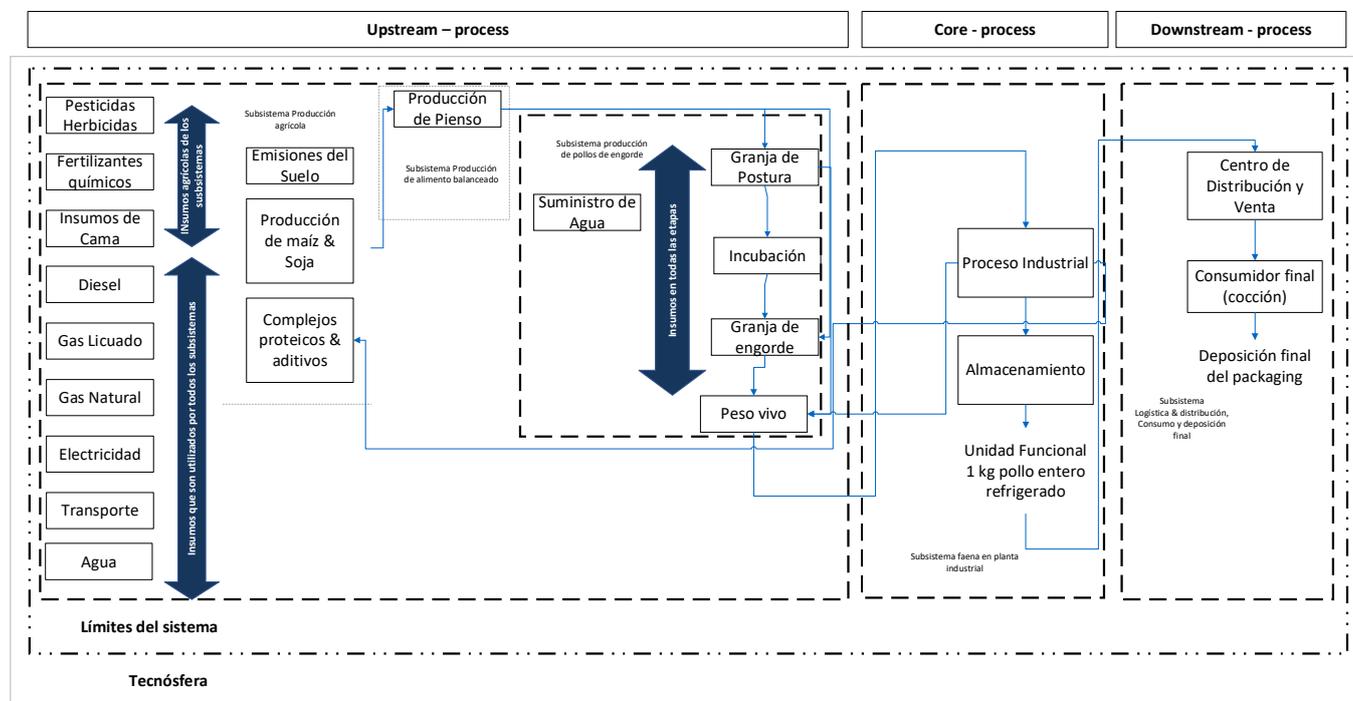
Cobertura temporal

La recopilación de datos está relacionada con la operación anual y el año de los datos se indicó en el formulario de relevamiento. Los datos principales recopilados de las empresas se relacionan con la producción de 2021 a 2022 y se estima que son representativos de la producción nacional de pollo durante este período.

Los datos secundarios provienen de la base de datos Ecoinvent y Agri-footprint calculados entre 2013 y 2023.

VIII. Descripción de las etapas del ciclo de vida

La cadena de agregado de valor avícola está compuesta por eslabones productivos cuya meta es la producción de carne de pollo a partir de granos, convirtiendo proteína de origen vegetal a animal. Este complejo productivo está compuesto por actividades de producción primaria e industriales.



Esquema 1. Límites del Sistema conforme a la Regla de Categoría de Producto y directrices de Unión Europea. Adaptación de Wiedemann et al. (Wiedemann, McGahan, & Murphy, 2016) (European Commission, 2010)

Para comprender mejor los procesos productivos contemplados en los diferentes eslabones se dividió conceptualmente el sistema en cinco subsistemas según las particularidades y funciones, a saber:

- ▶ Subsistema producción agrícola (Upstream process): corresponde a la función “producción de granos” en campos destinados a tal fin. Incluye el uso de insumos (agroquímicos, fertilizantes, semillas y combustibles), las emisiones derivadas del uso de esos insumos y las derivadas de los residuos de cosecha omitiendo las emisiones del suelo en el proceso agrícola.
- ▶ Subsistema producción de alimento balanceado (Upstream process): corresponde a la función “transformar granos y otros insumos en alimento para animales”, que incluye los procesos de producción de raciones de alimento para aves, a través del uso de energía y combustibles en las plantas industrializadoras de alimentos.
- ▶ Subsistema producción de pollos de engorde: corresponde a la función “transformar la ración de alimento balanceado en carne de pollo”, que abarca los procesos de obtención de los pollitos bb a partir de las granjas de reproductores, la incubación y finalmente la producción de pollos de engorde vivos (crianza).
- ▶ Subsistema faena en planta industrial (Core process). En este subsistema se contempla los eslabones productivos de las granjas de recria, ponedoras y parrilleros, planta de incubación y frigoríficos.
- ▶ Subsistema de logística & distribución, consumo y disposición final del packaging (downstream process): esta etapa incluye la cocción de pollo en los domicilios de los consumidores, residuos provenientes del consumo alimento y disposición final del packaging.

El transporte es una actividad involucrada en todos los eslabones productivos dentro de la cadena de suministros. Dependiendo el tipo de material a transportar y de cuestiones particulares a cada eslabón, estos tienen diferencias en las características técnicas constructivas y de manejo.

A modo de síntesis se esquematiza el complejo avícola en la figura 1 con sus interrelaciones de insumos y productos. A continuación, se detalla un resumen de las particularidades de cada eslabón productivo.

Subsistema producción agrícola (Upstream process)

Se incluye la producción y uso de insumos agrícolas (agroquímicos, fertilizantes, combustibles, semillas), la producción de sus envases, las emisiones derivadas de la quema de combustibles en el transporte y en las labores agrícolas (siembra, fertilización, pulverización y cosecha), las emisiones derivadas de la aplicación de fertilizantes nitrogenados y las originadas por la descomposición de los residuos de cosecha, omitiendo las emisiones de CO₂ del suelo. Los datos de entradas y salidas asociadas a una hectárea producida son vinculados mediante el rendimiento obtenido para llevar la intensidad de emisión por hectárea a kilogramo o tonelada producida. (Echazarreta, et al., 2024)

Los granos obtenidos son insumos en la planta de elaboración de piensos del complejo avícola.

El servicio de transporte es el responsable de la provisión de insumos para la producción de granos entre los insumos que se transportan se incluyen los pesticidas, la semillas, fertilizantes entre otros

Producción de piensos como parte “upstream” o aguas arriba del sistema estudiado.



Planta de silos proveedora de alimentos balanceados a las granjas.



Planta de piensos, proveedora de las granjas de producción en Argentina.

Subsistema producción de alimento balanceado (Upstream process)

La fabricación de alimentos balanceados consiste en la transformación de las materias primas de origen vegetal, animal y mineral, en dietas específicas para la nutrición de los padres y pollos de engorde.

Las actividades que se realizan en este eslabón comienzan con la recepción de los granos, muestreo y análisis de su calidad, posteriormente se descargan en silos. Las materias primas que ingresan a la planta de alimento balanceado o pienso son pesadas, molidas, secadas, mezcladas, desactivadas en el caso de la soja, acondicionadas, paletizadas, enfriadas, quebradas y almacenadas. En este eslabón se producen distintos tipos de alimento según los requerimientos nutricionales de los animales en cada fase de desarrollo del animal, el cual es remitido a las granjas de cría, ponedoras y parrilleros.

El servicio de transporte es el responsable de la provisión de insumos a las plantas de alimento balanceado: transportes de materia prima (maíz, soja, subproductos, minerales, etc.)



La cría, recría y postura de progenitores abastece a las plantas de incubación

Subsistema producción de pollos de engorde (Upstream process)

Granjas de recría de gallinas y gallos

Los procesos que se incluyen en estas granjas son los requeridos para el desarrollo del pollo, desde la semana 0 hasta la semana 20 aproximadamente.

El objetivo está centrado en cumplir con los requerimientos nutricionales de machos y hembras reproductores durante cada etapa de la cría-recría y prepararlos para la madurez sexual.

En las diferentes etapas se desarrollan órganos, tejidos, esqueleto, plumaje y los sistemas inmunológico, cardiovascular y digestivo. Durante cada fase del crecimiento existen consideraciones particulares respecto a los requerimientos del ave debiendo ajustar, por ejemplo, la alimentación de acuerdo con las necesidades nutricionales, iluminación, suministro de agua y energía para garantizar un rendimiento óptimo en la futura vida reproductiva de machos y hembras.

En la granja de recría el transporte es el responsable de la provisión de alimentos balanceados, pollitos bebés, material para cama y otros insumos productivos.

Granjas de postura

Los procesos que se incluyen en estas granjas son los requeridos para el desarrollo del pollo desde la semana 21 hasta la semana 64 aproximadamente. En el mencionado eslabón se produce un aumento adecuado de peso corporal para garantizar en las hembras una transición suave y uniforme a la madurez sexual e iniciar la producción de huevos, mientras que en los machos se busca reforzar la condición física óptima y uniforme, así como la fertilidad. Las condiciones estandarizadas logran una madurez sexual de los lotes y la preparación para la etapa de reproducción, denominada apareo. Es clave llevar a las hembras a la etapa de producción estimulando y promoviendo la producción de huevos utilizando alimento y luz. Así como también, un entrenamiento apropiado para que las aves realicen su postura en los nidos.

El rendimiento de la producción de huevos incubables se encuentra influenciado por el tamaño del huevo inicial, la calidad del huevo y el nivel máximo de producción. Se puede lograr un peso corporal adecuado durante el inicio de la postura suministrando a las hembras los niveles de alimento que cumplan con sus mayores demandas de producción de huevo y de crecimiento. Una vez cumplido el ciclo reproductivo, las aves son sacrificadas en las plantas de faena donde se obtiene la carne y subproductos. En las granjas de postura el transporte es el responsable de la provisión de animales, alimentos balanceados y material para cama entre otros.

Planta de incubación de huevos (Upstream process)

En esta etapa se lleva a cabo la incubación artificial de huevos fértiles transportados desde las granjas de reproducción. Los huevos ingresados son revisados, seleccionados y clasificados según los estándares. El siguiente paso es realizar la carga de las máquinas incubadoras, las cuales simulan las condiciones ambientales de incubación de los huevos naturalmente. Las incubadoras se encargan de controlar los parámetros de temperatura, humedad y realizan un volteo mecánico del huevo, permitiendo el desarrollo fisiológico de los huevos fértiles hasta su nacimiento.

El proceso de incubación se divide en dos etapas, la primera consiste en el desarrollo embrionario y formación de los órganos y tejidos que dan lugar a un nuevo ser vivo. La segunda etapa consiste en la transferencia de los huevos a las máquinas nacedoras, donde se completa el desarrollo del embrión y en las horas posteriores se convertirá en un pollo respirando por sus propios medios y alistándose para picar la cáscara y posteriormente nacer.

Los pollitos son retirados y llevados a la zona de clasificación donde son separados de los desechos del nacimiento (cascarones y plumón) y se clasifican en primera o segunda calidad. Además, de ser sexados y diferenciados en machos y hembras. Para ser vacunados y enviados a las granjas de engorde.

Granjas de engorde de pollos parrilleros (Upstream process)

Al comenzar el ciclo de engorde, se preparan las granjas a través de un proceso de limpieza y desinfección. Se recibe el material que conforma la “cama” (viruta de madera, cáscaras de arroz, girasol o maní), el cual se distribuye homogéneamente a en toda la superficie del galpón.

Las granjas de engorde reciben a los pollitos bebés con un día de vida transportados desde las plantas de incubación. El galpón deberá ser acondicionado para la recepción de los pollitos bebés, donde se simulan las condiciones brindadas por las gallinas, de ahí que a esta área se la denomina “madre”, pues a través del uso de calefactores favorece las condiciones para lograr la temperatura óptima y una correcta adaptación a las granjas.

A medida que evoluciona la crianza se modulan las condiciones ambientales para brindar un mejor bienestar. Los pollos alcanzan el peso requerido por el mercado interno a los 52 días en promedio, momento en el cual son retirados de los galpones y trasladados a la planta de faena donde se realiza el proceso de faena.



Imágenes del sistema productivo engorde



Galpón de producción de pollos parrilleros

Subsistema faena en planta industrial (Core process)

En este eslabón los procesos comienzan cuando los pollos llegan desde las granjas, en camiones jaula especialmente preparados.

Una vez ingresados los camiones al sector de recepción de faena, los pollos son descargados y colgados manualmente en una noria transportadora. Luego de su sacrificio, entran al sector pelado, donde se les retiran las plumas; ya despojados de ellas, se transfieren automáticamente hacia otra noria. En este momento, se cortan garras y toquitos, los cuales se escaldan, se pelan, se empaican y se enfrían.

La noria recorre el sector eviscerado, a fin de realizar ese proceso. De aquí se obtienen, por un lado, el pollo eviscerado y por otro, las menudencias comestibles, que se envían al sector de empaque, donde son fraccionadas y refrigeradas o congeladas, para su destino a los distintos mercados.

Seguidamente los pollos son descolgados de la noria para ser inmersos en los "chillers" (tanques de agua) y permanecer allí hasta adquirir una temperatura menor a 4 °C aproximadamente. Después de ser enfriados, son colgados en otra noria y clasificados de acuerdo con su calidad.

Para el mercado interno son embolsados y calibrados en balanzas dinámicas, según un rango determinado y ubicados en cajas con 20 kg cada una, las cuales se refrigeran en los túneles de refrigeración (si se trata de un producto fresco) o a los túneles de congelado (si se trata de uno congelado). El transporte al frigorífico es el responsable de la provisión de los pollos vivos terminados en la granja de engorde, insumos, productos de limpieza e insumos de packaging

Imagen del
procesamiento industrial
“Core Process”



Subsistema de logística & distribución, consumo y disposición final del packaging (Downstream Process):

En este eslabón comienza con el traslado de los pollos faenados y refrigerados en camiones térmicos a los centros de logística de forma tal de asegurar la cadena de frío y luego en los centros de distribución se abastecen a los puntos de ventas tanto sean hipermercados, supermercados y granjas comerciales en las diferentes localidades del país, donde se realiza la venta al por menor.

Posteriormente se trabajó sobre un escenario donde el consumidor se estima que refrigera el pollo durante 7 días (5 días en distribuidor y 2 días en consumidor final) como máximo y procede a su cocción, finalmente después de su consumo la eliminación de los restos óseos junto a la eliminación del packaging con una disposición final en rellenos sanitarios y el transporte hasta ellos. Analizando el Censo 2022 y la población existente en cada centro urbano ponderado por los kilómetros recorridos se estimó que los pollos recorren en promedio 250 km ponderado por los principales centros de consumo nacional para abastecer el mercado interno.

En el caso de las exportaciones se incluyó dentro del escenario el transporte hasta el puerto y luego el transporte marítimo con un transporte en destino hasta el consumidor de una distancia de 15 km. la cadena de frío (-16°C) se estima un abastecimiento a los destinos internacionales de China, Sudáfrica, Dubai, Europa (Rotterdam) vía terrestre y marítima, mientras que el transporte al mercado de Chile se estimó vía terrestre calculado a la Ciudad de Santiago de Chile.

Criterio de corte y cuestiones asumidas

Criterio de corte

El criterio de corte es la especificación de la cantidad de materia o de energía o nivel de importancia ambiental asociados a los procesos unitarios o al sistema de producto para su exclusión del estudio.

Es importante señalar que los criterios de corte se seleccionaron en función del objetivo y el alcance del estudio en conformidad con la PCR aplicada al estudio, siendo excluidos aquellos procesos o insumos que significaban menos del 1 % de los impactos ambientales. En otras palabras, los datos de inventario incluyen al menos el 99 % de los resultados de cualquiera de las categorías de impacto ambiental que se investigaron. (EPD, 2020)

Exclusiones

Dentro del estudio se consideraron asumidos los siguientes aspectos para el análisis de los datos y la información proveniente del relevamiento.

- ▶ En todos los casos donde se utilizó el servicio de transporte se considera su retorno, si es vacío, como carga para el sistema en estudio; si en cambio regresa con otra carga, para nuestro sistema en estudio fue contabilizado un solo tramo. En los casos en que sea aleatorio su regreso cargado o vacío, se consideró un porcentaje del retorno como carga al sistema en estudio.

No se incluyeron en el cálculo los siguientes elementos y eslabones de la cadena de valor:

- ▶ Variación del stock de carbono en suelos debido a la gestión agrícola, por no contar con información suficiente para realizar la estimación.
- ▶ Emisiones debidas al cambio de uso del suelo, ya que se asumió que la producción de maíz y soja se desarrollan en superficies que se encuentran en uso agrícola desde hace más de 20 años y que, por lo tanto, no hubo cambio de uso de suelo. Emisiones por el uso del suelo tampoco fueron consideradas.
- ▶ Uso, traslado y disposición final de los envases de agroquímicos usados para la producción de los granos.
- ▶ Impacto por la construcción y fabricación de infraestructura, máquinas y espacios de usos comunes ya que, por su extensa vida útil, la participación no es significativa con respecto al volumen de producción.
- ▶ Las emisiones generadas por el transporte de los empleados según lo considerado en la PCR utilizada.
- ▶ Los impactos generados en los procesos productivos en las granjas de abuelos, ya que la incidencia es menor al 1% conforme a lo informado también por Weideman et al en un caso estudiado en Australia. (Wiedemann, McGahan, & Murphy, 2016)
- ▶ Los productos de uso veterinario, núcleos vitamínicos, aminoácidos y minerales por encontrarse por debajo de los criterios de corte.
- ▶ Los insumos para el tratamiento de agua de caldera en la planta de alimentos balanceados por encontrarse en bajas cantidades.
- ▶ Los efluentes asimilables a domiciliario que se generan en infraestructuras pequeñas como granjas u oficinas que pudieran tratarse o disponerse en sistemas de recolección y tratamiento en plantas urbanas.

Cuestiones asumidas

- ▶ La planta de rendering, si bien se encuentra dentro del mismo frigorífico, queda fuera del alcance de este estudio, como así también todos los procesamientos de los subproductos.
- ▶ La producción de granos de maíz y soja fue modelada con información de la Bolsa de Cereales de Buenos Aires para 4 provincias productoras de nuestro país, se asume la proporción de aporte de cada una según la producción total obtenida en la Campaña 2020/2021.
- ▶ En la etapa de producción agrícola para los granos de maíz y soja, no se contempla en la contabilidad del agua los requerimientos hídricos por evapotranspiración (huella hídrica verde).
- ▶ Para el cálculo de emisiones de los residuos de cultivo (soja y maíz) se consideró un clima intermedio, calculando la fracción de lixiviación para cada región de producción, lo que genera emisiones indirectas de óxido nitroso por lixiviación.
- ▶ Los minerales utilizados en la formulación de alimentos son representados por el perfil “cloruro de sodio” y los otros “carbonato de calcio” debido a que no existe en la base de datos este tipo de productos.
- ▶ El expeller de soja y la soja desactivada que se obtiene de la planta de alimento balanceado se considera como ingreso de soja.
- ▶ Los machos y las hembras se crían por separado desde que tienen un día de edad hasta el inicio del apareo, a los 147-168 días (21-24 semanas) de edad, pero los fundamentos del manejo en el período de crianza son los mismos para ambos sexos.
- ▶ Se asumió que no existe lixiviación debida a la gestión del estiércol de los pollos en las distintas etapas, ya que los procesos ocurren bajo techo.
- ▶ En la contabilidad del agua consumida se tiene en cuenta la extracción del recurso hídrico descontando la cantidad de agua que se devuelve como efluente a la misma cuenca hídrica, siempre que cumpla con las calidades de vuelco de acuerdo con las normativas regional.
- ▶ Para todas las etapas productivas, los subproductos con valor o con potencial de ser valorizados (guano, camas de pollo, animales muertos, cáscara de huevos, huevos no fecundados) se consideran sin impacto ambiental en cuanto a su traslado y utilización.
- ▶ Se asumió que el huevo que se traslada a la incubadora pesa 60 gramos y que el pollito bebé que se envía a granja de engorde pesa 40 gramos.

“Las cuestiones asumidas y los criterios de cortes deben definirse a los efectos de obtener resultados comparables”



Imagen de cámara de almacenamiento

IX. Inventario del ciclo de vida

Inventario ambiental

Un componente fundamental del LCA para calcular los impactos ambientales es el inventario ambiental. Esta fase del estudio implica la recopilación y la cuantificación de entradas y salidas del sistema producto durante su ciclo de vida como se define en los objetivos y alcance.

Las unidades establecidas en los ingresos al sistema (energía e insumos materiales) y las emisiones al ambiente relacionadas con la fabricación del producto son contabilizadas junto a todas las salidas (productos, subproductos, residuos, emisiones gaseosas y líquidas), las cuales fueron ponderadas según contribución productiva dentro del proyecto.

Esta información fue solicitada a todas las empresas participantes a través de formularios de relevamiento. En los casos en que no fue posible contar con ciertos datos, se complementó con información secundaria de bibliografía, bases de datos, revistas especializadas, informes de sitios web como la Bolsa de Cereales de Buenos Aires, entre otras.

Una vez armados los inventarios de entradas y salidas de cada operación y etapas, se obtuvieron las emisiones unitarias asociadas a cada una de esas entradas: insumos, materias primas, energía, entre otros, siendo referidos a 1 kg, 1 litro, 1 MJ o la unidad que corresponda de bases de datos de uso internacional. Como paso posterior, se asociaron las cantidades usadas de cada “entrada” a sus emisiones unitarias, obteniéndose el impacto para cada elemento del inventario.

Asignación de cargas ambientales

La asignación de cargas ambientales es un paso obligatorio en el cálculo de los impactos ambientales de un producto basado en la metodología de análisis de ciclo de vida, siempre que existen otros subproductos; además, del objeto de estudio. *“Consiste en dividir los flujos de entrada o salida de un proceso o un sistema de productos entre el sistema de productos en estudio y uno o más de otros sistemas de productos”* (ISO 14044: 2006)

Se definió utilizar el criterio de asignación por masa en este estudio, según establece y sugiere la PCR de referencia utilizada, para adjudicar la correspondencia del impacto derivado de las siguientes etapas:

Granja reproductora: se identificó la salida de huevos y animales (macho y hembra) al finalizar su vida útil. Se contabilizan las cantidades de estos productos y subproductos de la etapa, para cumplir con los requerimientos de las etapas sucesivas y para la obtención final de 1 kilogramo de carne de pollo refrigerado que es la unidad funcional bajo estudio, a la salida del frigorífico.

Incubación y granja de engorde: al proceso de incubación ingresan los huevos fértiles y a la salida se obtienen los pollitos bb que son trasladados a las granjas de engorde, donde cumplen el ciclo promedio 52 días, para luego ser transportado a la planta de faena, donde se realiza la asignación por masa según lo descripto posteriormente.

Productos y subproductos	Peso (kg)	Cantidad (u)	Asignación masa (%) en granja de reproductoras
Huevo	0,038	0,6262	64,45%
Gallina	0,019	0,0044	32,0%
Gallo	0,002	0,0004	3,55%

Tabla N° 1. Asignación biofísica en granja de reproductores

El pollo entero con menudos asume el 86,20 % de los impactos ambientales calculados según PCR de referencia.

Frigorífico: a los fines de la comparabilidad de la información, se utiliza la asignación por masa de los productos y subproductos obtenidos de la faena del pollo se establece según los valores de peso establecidos en la PCR MEAT OF POULTRY (FRESH, FROZEN OR CHILLED. (EPD, 2020)

Productos y subproductos:	Cantidad (Kg)	Asignación masa (%)
Pollo entero (unidad funcional)	1,000	86,20 %
Harina de Carne del rendering (pluma, vísceras, sangre, aceite, cabeza)	0,030	4,19 %
Agua evaporada del rendering	0,082	7,01 %
Garras	0,030	2,60 %

Tabla N° 2. Productos y subproductos del frigorífico y su asignación por masa



Imagen de túnel de congelado

Emisiones estimadas

Emisiones por fertilización y residuos de cosecha

El modelo de cálculo de emisiones es consistente con el refinamiento de 2019 de las Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. Volumen 4: Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra, Capítulo 11: Emisiones de N₂O de los suelos gestionados y emisiones de CO₂ derivadas de la aplicación de cal y urea para las emisiones derivadas del uso de fertilizantes nitrogenados y las ocasionadas por los residuos de cosecha (aéreos y subterráneos)

El óxido nitroso es producido naturalmente en los suelos a través del proceso de nitrificación y desnitrificación. La nitrificación es la oxidación microbiana aeróbica del amonio en nitrato y la desnitrificación es la reducción microbiana anaeróbica del nitrato en gas de nitrógeno (N₂). El óxido nitroso es un producto intermedio gaseoso en la secuencia de reacción de la desnitrificación y un producto derivado de la nitrificación que se fuga de las células microbianas al suelo y en última instancia, a la atmósfera. (IPCC, 2006)

Uno de los principales factores que controlan esta reacción es la disponibilidad de nitrógeno inorgánico (N) en el suelo. Por lo tanto, esta metodología estima las emisiones de N₂O que resultan de las entradas antropogénicas de N o de la mineralización de N. Se producen tanto a través de una vía directa (es decir, directamente de los suelos a los que se añade/libera N, por ejemplo, fertilizantes sintéticos u orgánicos, estiércol depositado, residuos de cultivos, lodos de depuradora) como a través de dos vías indirectas: (i) después de la volatilización del amoníaco (NH₃) y óxidos de nitrógeno (NO_x) de suelos gestionados y de la combustión de combustibles fósiles, quema de biomasa y su posterior disposición de sus iones NH₄⁺ y NO₃⁻ en suelos y cursos de aguas y (ii) la lixiviación y escorrentía de N, principalmente como NO₃⁻ en suelos laboreados.

Emisiones por fermentación entérica y gestión del estiércol

La mayoría de los modelos utilizados para el cálculo de las necesidades alimentarias derivan de las necesidades energéticas para el crecimiento, la reproducción, la producción de huevos y el mantenimiento. Esto requiere datos relevantes sobre el número de animales y la productividad.

Para estimar las emisiones en esta etapa, se utilizaron dos guías de referencia:

- ▶ Guías IPCC 2006 Revisión 2019 - Volumen 4 - Capítulo 10 EMISSIONS FROM LIVESTOCK AND MANURE MANAGEMENT.
- ▶ LEAP, 2014. Emisiones de gases de efecto invernadero y demanda de energía fósil de las cadenas de suministro avícola: Directrices para la cuantificación. Asociación de Evaluación y Desempeño Ambiental de la Ganadería. FAO, Roma, Italia.

Emisiones de fermentación entérica:

Según el IPCC (2006), no existe información suficiente sobre las emisiones de metano entérico de las aves de corral (Dong et al., 2006). Sin embargo, dos estudios, de Taiwán y Malasia, informan que el metano entérico de las aves de corral varía de 0,015 a 2 g de CH₄ / cabeza / año (Wang y Huang, 2005; Yusuf et al., 2012) que debe usarse como factor de emisión predeterminados. En este caso de estudio se adopta el valor de 2 g de CH₄ / cabeza / año siendo este valor teórico el más conservador para el ambiente.

Emisiones por producción y gestión del estiércol:

El primer paso para estimar las emisiones de metano y óxido nitroso derivadas del estiércol es determinar la cantidad excretada, y, más específicamente, la masa de sólidos volátiles (VS) y de nitrógeno (N) que contiene ese estiércol.

La excreción de VS y N del estiércol se puede estimar utilizando la información recopilada de los productores de aves de corral, es decir, la ingesta diaria de alimento y las propiedades de la dieta, o aplicando los valores de excreción por defecto para las aves de corral informadas en las Guías del IPCC y FAO Leap. Luego, según las guías de referencia, se calcula las emisiones directas de metano y óxido nitroso e indirectamente los depósitos de este último, derivados de la pérdida de amoníaco y la lixiviación de N de las excretas depositadas directamente en el suelo.

Emisiones por gestión de efluentes de planta de incubación y frigorífico

Las aguas residuales (efluentes) pueden ser una fuente de generación de metano y óxido nitroso cuando son gestionadas en sistemas de tratamiento para reducir la carga de contaminantes antes de su disposición final en los cuerpos receptores.

La estimación de emisiones es considerada en las Directrices del IPCC 2006 (Rev. 2019) Capítulo 6: Tratamiento y descargas de aguas residuales. En estos procesos de tratamiento de las aguas residuales no se consideran las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) porque generalmente se derivan de materia orgánica como proceso biogénico.

Esta guía trata sobre la estimación de las emisiones del tratamiento de aguas residuales industriales en el sitio, que, con una carga significativa de carbono, expresado en términos de DQO, producirán metano. La evaluación del potencial de emisión de metano es función de la concentración de materia orgánica degradable, el volumen de aguas residuales y las tecnologías de los sistemas de tratamiento. Del mismo modo la guía define los cálculos para estimar las emisiones de óxido nitroso de las plantas de tratamiento de aguas residuales industriales.

“Aquellas emisiones particulares de la actividad productiva en las diferentes etapas, upstream, core process & downstream fueron calculadas particularmente”

X.Resultados Obtenidos

Análisis del Inventario de Ciclo de Vida

Un componente fundamental del LCA para calcular los impactos ambientales es la confección de los inventarios ambientales (LCI), esta fase del estudio implica la recopilación y la cuantificación de datos de los flujos elementales de todos los procesos en el sistema de producto estudiado durante su ciclo de vida, como se define en los objetivos y alcance del estudio. El resultado es el inventario ambiental que se utiliza como base para la siguiente fase de evaluación de impactos. La tarea del análisis se lleva a cabo en varios pasos:

- ▶ Identificación de los procesos para el sistema en estudio y sus vínculos.
- ▶ Planificación de recopilación de datos, dedicando mayor tiempo a los datos alta calidad y menos tiempo a aquellos que no tienen tanta relevancia. La planificación y recopilación son procesos iterativos que se abordan conjuntamente. El esfuerzo necesario para acceder a los datos mediante búsquedas depende de la familiaridad con la terminología técnica y de que tan bien estudiados estén los fenómenos. Esta información fue solicitada a las empresas a través del formulario de relevamiento. En los casos en que no fue posible contar con ciertos datos, se complementó con información secundaria de bibliografía, bases de datos e informes de sitios web. Las bases de datos de LCI se usan para obtener datos para el proceso central y resultados más específicos.
- ▶ Construcción y revisión de calidad de los procesos unitarios. Los datos que se recopilaron representan el ciclo de vida completo el período a lo largo de un año. Los datos se presentaron en forma de flujos y todos están referidos a la unidad funcional en estudio.
- ▶ Armado del modelo LCI conectando los procesos unitarios relevantes, la vinculación a la base de datos y la vinculación a los resultados con los factores de caracterización.
- ▶ Cálculo de resultados: suma de cada uno de los recursos y emisiones en todos los procesos ponderada por la producción de cada integrante del proyecto para luego obtener los resultados para cada impacto ponderado por su producción.

Inventarios confeccionados

Tal como se describió anteriormente, el estudio se dividió en subsistemas productivos para una mejor organización de la recopilación y procesamiento de datos. A continuación se describen algunos detalles.

Inventario de producción de alimentos balanceados

Se elaboró el inventario ambiental de la planta de alimentos balanceados a partir de un relevamiento de ingresos y egresos de insumos en materiales y energía. La información de los impactos ambientales de los granos utilizada surge de diferentes fuentes. Se incluyeron las fuentes de impacto asociadas a la producción, traslados y consumos de energía eléctrica y calorífica, agua y transporte de los granos del campo a la planta de alimento. como así también aquellos transportes asociados al uso de otros insumos para la producción de los distintos alimentos.

Inventario de producción de pollo (frigorífico)

A continuación, se generó el inventario ambiental de la planta industrial donde se estimaron las emisiones a partir de datos primarios de la producción de efluentes, juntamente con los ingresos y egresos de materiales y energía, todos ellos fueron ponderados por la incidencia productiva de cada una de las empresas. Se incluyeron las fuentes de emisiones de los efluentes e impactos asociados a la producción, traslados y consumos de energía eléctrica y calorífica, agua y transporte del campo al frigorífico. Asociadas al packaging utilizado en la producción de los distintos tipos de alimento. Se detalla a continuación:

Concepto	Cantidad	Unidad
Unidad Funcional		
Pollo entero con menudos	1	Kg
Salidas: Emisiones, efluentes y residuos		
Emisiones y efluentes (líquidas y gaseosas)		
Tratamiento de Efluentes	1,04E-02	m ³
Emisiones de Efluentes - Calculo CH ₄ IPCC	2,81E-03	kg
Emisiones de Efluentes - Calculo N ₂ O IPCC	3,84E-05	kg
Residuos		
Grasa no comercial – Residuo valorizado	4,82E-03	kg
Residuos de floculación – Residuo valorizado	1,79E-03	kg
Residuos peligrosos a reuso- Residuo valorizado	4,38E-06	kg
Residuos sólidos a reciclaje – Residuo valorizado	1,47E-04	kg
Barros del tratamiento de efluentes	1,32E-02	kg
Asimilables a RSU	3,30E-03	kg
Residuos Peligrosos	1,84E-03	kg
Residuos sólidos limpieza de camiones	4,67E-04	kg
Entradas:		
Ocupación y transformación	3,15E-04	m ² /UF
Entrada de insumos de Packaging		
Bolsa individual	5,62E-03	kg
Bolsa de menudos	7,84E-04	kg
Cajas de cartón	1,93E-02	kg
Termo contraíble	1,32E-03	kg
cinta	2,42E-05	kg
Strech - film	1,28E-03	kg
Clips metálicos	6,87E-03	kg
Etiquetas de packaging secundario (pallet/caja)	1,10E-03	kg
Pallet	9,05E-04	kg
Entradas: Insumos		
Energía eléctrica Media red AR	2,66E-01	kwh
Gas natural en caldera (m3)	2,84E-02	m ³
GLP (producción y quema)	9,87E-03	Litro
Fuel oil (producción y quema)	5,88E-04	MJ
Gas oil (producción y quema)	2,30E-03	Litro
Combustión de madera	1,10E-03	MJ
Biodigestión (biogás metano 60%)	9,11E-04	MJ
Consumo de agua (ingreso-egreso)	1,78E-03	m ³
Detergente	1,46E-03	kg
Cloro -Hipoclorito de Sodio liquido 15%	9,43E-03	kg
Coagulante	1,04E-03	kg
Coagulante para potabilización de agua (Sulfato de aluminio)	2,74E-03	kg
Aditivos inyección (Cloruro de sodio)	2,41E-03	kg
Amoniaco	1,36E-04	kg
Aceite mineral	2,75E-05	kg
Pollo de granja	1,18E+00	kg
Transporte		
Pollo desde la granja - Transporte 16-32 EURO3	1,84E-01	tkm
Transporte packaging (promedio ponderado) - Transporte 16-32 EURO3	9,29E-03	tkm
Transporte de insumos (promedio ponderado) - Transporte 16-32 EURO3	1,34E-02	Tkm

Tabla N°3 Inventario de producción de carne de pollos

Inventario de producción de pollo (en la granja de engorde)

A continuación, se generó el inventario ambiental de la producción en las granjas donde se relevaron los ingresos y egresos de materiales y energía y todos ellos fueron ponderados por la incidencia productiva de cada una de las empresas.

Se incluyeron las fuentes emisiones por la fermentación, gestión del estiércol y los impactos asociados a la producción, traslados y consumos de energía eléctrica y calorífica, agua y transporte de la planta de incubación y las plantas de piensos a la granja.

Concepto	Cantidad	Unidad
Salidas:		
Pollo (vivo)	1,18E+00	Kg
Emisiones y efluentes (líquidas y gaseosas)		
Emisión de fermentación entérica y gestión del estiércol – Cálculo IPCC CH ₄	1,64E-03	kg
Emisión de fermentación entérica y gestión del estiércol – Cálculo IPCC N ₂ O	4,54E-04	kg
Residuos		
Residuo cama de pollo + guano - Residuo valorizado	3,49E-02	pollo
Pollos muertos - Residuo valorizado	1,09E+00	kg
Entradas		
Ocupación y transformación	1,06E+00	m ² /UF
Entradas: Insumos		
Alimento Balanceado N° 1	1,47E-01	kg
Alimento Balanceado N° 2	5,60E-01	kg
Alimento Balanceado N° 3	8,08E-01	kg
Alimento Balanceado N° 4	8,07E-01	kg
Alimento Balanceado N°5	1,81E-01	kg
Energía eléctrica Baja red AR	5,65E-02	kWh
Gas natural (producción y quema)	8,37E-05	m ³
GLP (producción y quema)	8,81E-02	Litro
Combustión de madera (producción y quema)	6,07E-07	Tonelada
Gasoil (producción y quema)	3,12E-04	Litro
Consumo de agua (aspersores y bebida)	3,44E-03	m ³
Consumo de agua de bebida para pollo	6,29E-03	m ³
Consumo de agua con paneles evaporativos	2,78E-03	m ³
Consumo agua por otra tecnología	5,66E-06	m ³
Consumo agua desinfección	4,01E-04	m ³
Cama de pollo cáscara de maní	4,44E-03	kg
Cama de pollo cáscara de girasol	4,51E-03	kg
Cama de pollo Viruta	5,44E-01	kg
Cama de pollo cáscara de arroz	3,14E-01	kg
Pollito bebe	4,63E-01	Pollo
Transporte		
Transporte de planta de balanceados a granja - Transporte 16-32 EURO3	3,41E-01	tkm
Transporte planta de piensos a granja – Transporte en tren	1,43E-01	tkm
Transporte planta de Incubación a granja - Transporte 7.5-16 EURO3	3,33E-03	tkm
Transporte material para cama de pollo - Transporte 16-32 EURO3	3,00E-01	tkm
Otros transportes - Transporte 16-32 EURO3	5,09E-03	tkm

Tabla N°4 Inventario de producción de pollos en granja

Inventario del proceso de incubación

A continuación, se generó el inventario ambiental del proceso de las plantas incubadoras donde se relevaron los ingresos y egresos de materiales y energía y todos ellos fueron ponderados por la incidencia productiva de cada una de las empresas.

Se incluyeron las fuentes emisiones por el tratamiento de efluentes y los impactos asociados a la producción, traslados y consumos de energía eléctrica y calorífica, agua y transporte de las granjas de padres a la incubación.

Concepto	Cantidad	Unidad
Pollito bebe	0,463	pollo
Peso del pollito bebé que va a granja	4,00E-02	Kg
Huevos infértiles sin incubar	8,40E-02	huevos
Salidas:		
Emisiones y efluentes (líquidas y gaseosas)		
Tratamiento de efluentes	1,61E-04	m ³
Tratamiento de efluentes – Cálculo IPCC CH ₄	3,40E-04	Kg
Tratamiento de efluentes – Cálculo IPCC N ₂ O	1,10E-05	Kg
Residuos		
Pollos muertos - Residuo valorizado	4,11E-02	pollo
Residuos de nacimiento – Residuo valorizado	3,81E-02	huevos
Entradas		
Ocupación y transformación	5,04E-05	m ² /UF
Entradas: Insumos		
Energía eléctrica Baja red AR	2,38E-02	kwh
Gas natural (producción y quema)	2,38E-04	m ³
GLP (producción y quema)	1,19E-03	l
Gasoil (producción y quema)	1,10E-03	l
Consumo de Agua	1,79E-03	kg
Consumo de agua (ingreso-egreso)	6,51E-05	m ³
Consumo de agua (ingreso)	6,92E-06	m ³
Cloro (tratamiento de agua)	5,38E-05	kg
Sal (tratamiento de agua)	1,45E-06	kg
Papel kraft	7,14E-05	kg
Huevos	6,26E-01	huevos
Huevo peso	6,00E+01	g
Transportes		
Transporte de huevos desde granjas de postura a incubadora - Transporte 3.5-7.5 EURO3	1,88E-02	tkm
Otros transportes - Transporte 3.5-7.5 EURO3	2,86E-03	tkm

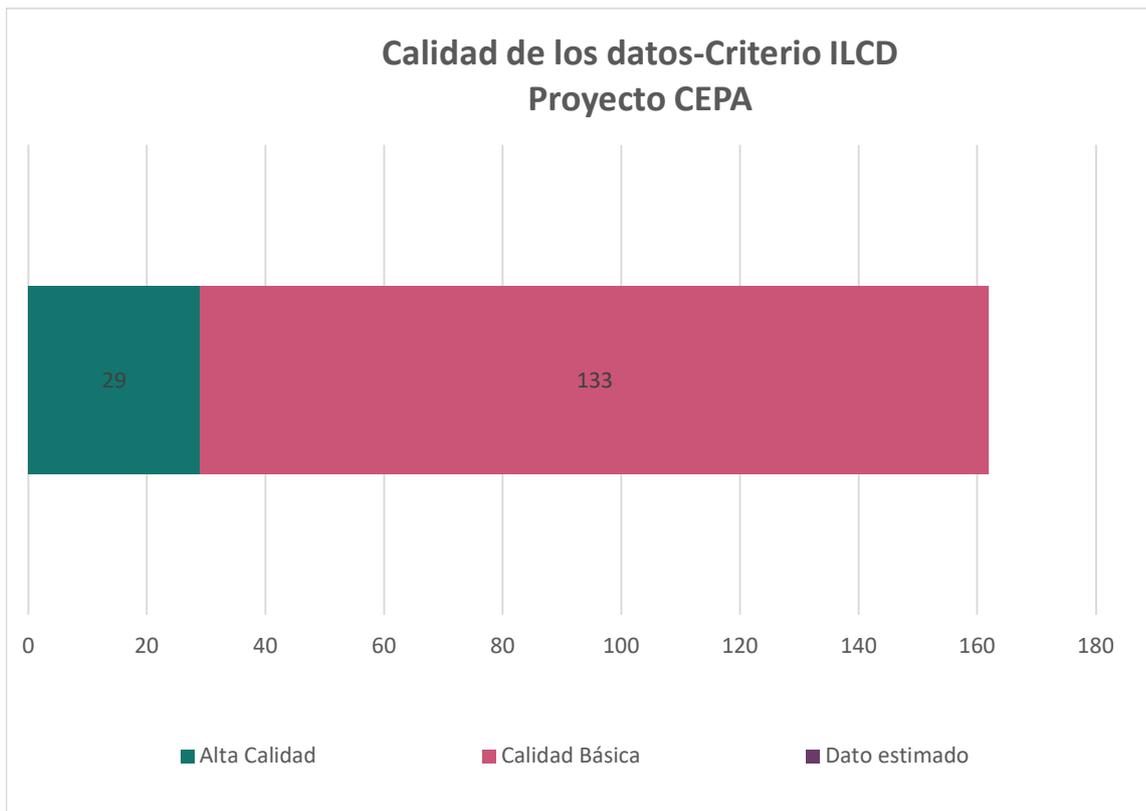
Tabla Nº5 Inventario de incubación

Inventario de reproductoras y cría de reproductoras

El inventario ambiental generado a partir de la cría y la etapa de reproducción de los padres en las granjas reproductoras donde se relevaron los ingresos y egresos de materiales y energía y todos ellos fueron ponderados por la incidencia productiva de cada una de las empresas. En él también se incluyen las fuentes emisiones por la fermentación, gestión del estiércol y los impactos asociados a la producción, traslados y consumos de energía eléctrica y calorífica, agua y transporte de la planta de incubación y las plantas de piensos a la granja.

Calidad de los datos

Los conjuntos de datos utilizados en este estudio fueron evaluados de acuerdo con el criterio ILCD y se muestra en las siguientes ilustraciones la calidad del conjunto de los datos de los diferentes inventarios en cuestión.



En el gráfico se describe la calidad de los 162 conjunto de datos utilizados según el criterio ILCD donde se puede observar que el 17,90 % de los datos corresponde a datos de alta calidad donde el Clasificación cualitativa de los datos (por sus siglas en inglés DQR) es menor a 1,60 y el 82,10% provee información con un DQR entre 1,60 y 3.

Los requisitos y características generales relativos a la recolección y calidad de los datos se resumen a continuación:

- Alcance geográfico

El alcance geográfico del presente estudio incluye procesos modelados para las mismas regiones geográficas donde ocurren, la producción de maíz y soja que se relevaron para las provincias argentinas productoras de este tipo de granos y la producción de pollos en todas sus etapas, que se estudió localizada geográficamente en las provincias de Entre Ríos, Córdoba, Buenos Aires y Río Negro. Los perfiles ambientales del maíz y la soja pertenecen a fuentes secundarias de bibliografía con referato publicada. (Echazarreta, et al., 2024)

La mayor parte de los conjuntos de datos seleccionados o datasets fueron extraídos de bases de datos internacionales) poseen un alcance global, los cuales incluyen distintos componentes geográficos que los hacen representativos e indicadores medios. En los casos en los que fue necesario y posible, se regionalizaron ciertas variables dentro de los perfiles, para acercarlos a la realidad del sistema en estudio en Argentina.

Para CEPA del total de 162 perfiles utilizados, el 22,22 % de los datos corresponden a perfiles específicos de AR; el 37,04 % a perfiles GLO (Globales); el 31,48 % a perfiles RoW (Resto del Mundo); el 3,70 % a perfiles RNA (USA); el 3,09 a perfiles RER (Europa); y el 2,47 % a otras fuentes.

- Alcance temporal

El período de referencia para el análisis es el que comprende los años 2020 y 2021; los datos utilizados para realizar las modelaciones, proporcionados por CEPA corresponden a información recopilada para el periodo mencionado.

Los conjuntos de datos fueron extraídos de las bases de datos internacionales son de diferentes años de referencia, con una antigüedad no mayor a 10 años. Frente a la posibilidad de utilización de distintos perfiles para el mismo proceso, se valoró la proximidad temporal de ellos como una de las condiciones para la selección.

- Alcance tecnológico

La tecnología de los inventarios del ciclo de vida de perfiles ambientales seleccionados para el estudio, refieren a estándares internacionales de alta tecnología y usa niveles técnicos y ambientales típicos de las operaciones de proceso.

El conjunto de datos de Maíz y soja surgen de bibliografía secundaria con referato. Mientras que los datos relacionados con la tecnología del proceso de producción y obtención de carne pollo son datos primarios reportados por la compañía y refieren a estándares de alta tecnología.

La tecnología de los inventarios de ciclo de vida de perfiles ambientales seleccionados para el estudio, refieren a estándares internacionales de alta tecnología y usa niveles técnicos y ambientales típicos de las operaciones de proceso.

- Integridad

El estudio está diseñado como un LCA "de la cuna a la tumba" y sus resultados pretenden ser utilizados de forma comparativa y como herramienta en la toma de decisiones, así como una estrategia comercial frente a otros tipos de producciones. Para garantizar que todos los datos relevantes necesarios para la interpretación estén disponibles y completos, todas las fases del ciclo de vida de los sistemas objeto de estudio, se han sometido a un control exhaustivo. El resumen de la comprobación de integridad según la ISO 14044 se presenta en la siguiente tabla.

Etapa del ciclo de vida	Carne de pollo (base de datos Ecoinvent 3.8 – Agri-footprint 4.0)
Materias primas	X
Transporte de materias primas	X
Producción de pollo	X
Logística y Distribución	X
Consumo	X
Disposición final	X

Tabla N°6 de Integridad de los datos

Verificación de la integridad según norma ISO 14040

- Coherencia

Coherencia: todos los datos utilizados se consideran coherentes con el objetivo y alcance descritos en relación con datos aplicados, precisión de los datos, alcance tecnológico, alcance temporal y alcance geográfico.

- Validación de los datos

De acuerdo con los estándares de calidad y los requisitos de la norma ISO 14044 es necesario realizar el proceso de validación.

Los datos fueron validados durante el proceso de recopilación de estos, esto implica la aplicación de balances de energía y/o materia, y/o la realización de análisis comparativos de los factores de emisión y vertido, dado que proporcionan una verificación útil de la validez de la descripción del proceso unitario. Las entradas y salidas fueron congruentes y la suma total resultó coherente con el objetivo del estudio.

Además, teniendo en cuenta el diagrama de flujo, el cálculo dio como resultado que todos los datos de entrada y salida del sistema están referenciados a la unidad declarada.

- Fuentes de datos

Los datos de proceso productivo fueron aportados por todas las empresas involucradas en el proyecto coordinado por CEPA y los datos no disponibles fueron obtenidos de la literatura y de las bases de datos de Ecoinvent V 3.8 y Agri-Footprint.

Ecoinvent es la base de datos de inventarios de ciclo de vida más grande del mundo, administrada por una asociación sin ánimo de lucro fundada por los institutos ETH y Agroscope. Los miembros fundadores son el Instituto Federal Suizo de Tecnología de Zúrich (ETH Zúrich) y Lausana (EPF Lausana), el Instituto Paul Scherrer (PSI), los Laboratorios Federales Suizos de Ciencia y Tecnología de Materiales (Empa), Agroscope y el Instituto de Ciencias de la Sostenibilidad (<https://www.ecoinvent.org/>).

Agri-footprint es una base de datos de inventario del ciclo de vida de alta calidad para el sector agrícola y alimentario. Abarca datos sobre productos agrícolas: piensos, alimentos y biomasa. Agri-footprint es una iniciativa de Blonk Consultants (<https://www.agri-footprint.com/>).

Precisión e incertidumbre

Con el fin de garantizar que los resultados de este estudio puedan ser utilizados en afirmaciones comparativas y divulgados posteriormente al público de interés, la norma ISO 14044 tiene como requisito un análisis de los resultados en cuanto a sensibilidad e incertidumbre.

Se llevo a cabo un análisis de incertidumbre cuantitativo, realizando una simulación de 10.000 casos bajo la metodología Montecarlo en el software estadístico. Este método estadístico del análisis de la propagación de la incertidumbre a partir de la aplicación de la matriz Pedigree y la predicción de los resultados que podrían surgir como consecuencia de algún tipo posible de incertidumbre del conjunto de datos debida a la correlación geográfica, tecnológica, temporal, representatividad, fiabilidad y la incertidumbre básica (estimada por Ecoinvent) que afectan la situación de riesgo y/o variabilidad. La propagación de la incertidumbre se describe en la gráfica con un valor medio y los desvíos correspondientes para cada inventario y el intervalo de confianza aplicado al estudio es del 95 % para la función de probabilidad de una distribución log-normal, donde se pueden observar las diferentes fluctuaciones de los impactos ambientales.

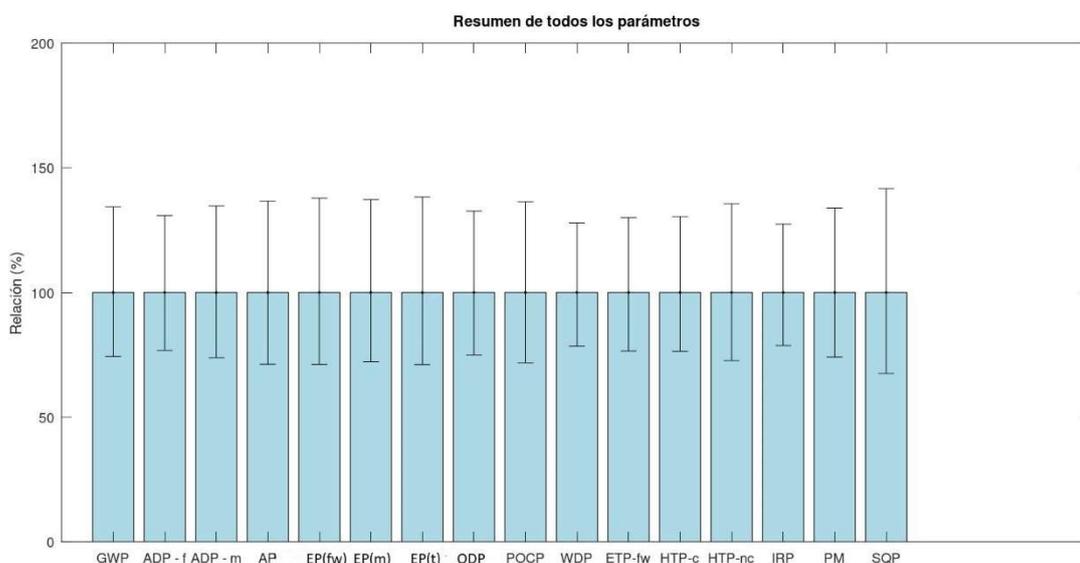
Con el fin de garantizar que los resultados de este estudio puedan ser utilizados en afirmaciones comparativas y puedan ser divulgados posteriormente al público de interés, la norma ISO 14044 tiene como requisito un análisis de los resultados en cuanto a sensibilidad e incertidumbre.

Se llevo a cabo un análisis de incertidumbre cuantitativo aplicando la simulación de Montecarlo. La cual se describe en el siguiente gráfico la estimación de la propagación de la incertidumbre se realiza aplicando un intervalo de confianza del 95 %, con una distribución de probabilidades logarítmica normal, en el siguiente

gráfico se observan la dispersión de los valores en relación con el valor promedio calculado. Es posible que en estudios comparativos cuando las dispersiones tengan un rango del 10% o menor, no se pueda asumir que existen diferencias significativas entre los resultados.

Incertidumbre de la Evaluación de Análisis de Ciclo de vida de la etapa de Frigorífico

Como se puede observar en las tablas, los desvíos típicos relativos respecto a la media para cada indicador de impacto no fueron superiores al 19,05 % para el parámetro de Uso y calidad del suelo, lo cual posee un patrón semejante al descrito en la bibliografía, mientras que el mínimo de la dispersión de los datos se observa en el parámetro de radiación ionizante y para el parámetro de GWP el desvío estándar o típico relativo 15,30 %. En la gráfica se puede evidenciar todas las categorías de impactos ambientales para la etapa de frigorífico reflejadas con su media en los porcentajes del 100% y luego como se desplazan porcentualmente según la dispersión de los datos.

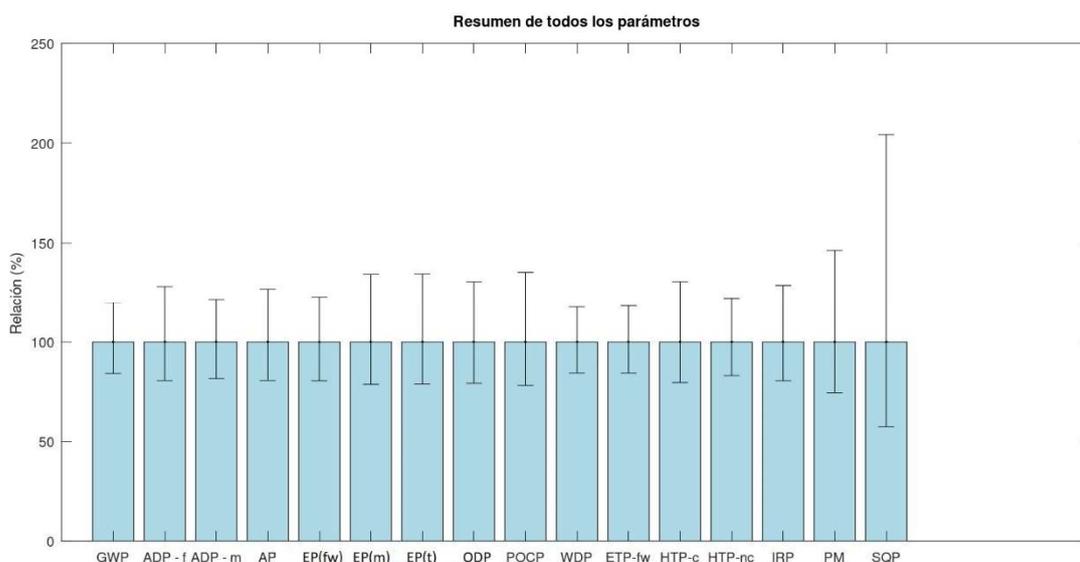


Parámetro	Media	Desvío estándar o típico	Desvío estándar relativo	Función de Probabilidad 2,5 %	Función de Probabilidad 97,5 %
GWP	1,68E+00	2,57E-01	15,30%	1,25E+00	2,26E+00
ADP - f	1,60E+01	2,23E+00	13,94%	1,23E+01	2,09E+01
ADP - m	7,18E-06	1,13E-06	15,79%	5,31E-06	9,68E-06
AP	6,97E-03	1,17E-03	16,85%	4,96E-03	9,52E-03
EP – freshwater (fw)	5,80E-04	9,97E-05	17,19%	4,13E-04	8,00E-04
EP – marine (m)	1,79E-03	2,95E-04	16,51%	1,29E-03	2,45E-03
EP – terrestrial (t)	1,91E-02	3,28E-03	17,14%	1,36E-02	2,64E-02
ODP	1,98E-07	2,93E-08	14,80%	1,48E-07	2,63E-07
POCP	4,93E-03	8,17E-04	16,58%	3,54E-03	6,72E-03
WDP	5,47E-01	6,90E-02	12,62%	4,29E-01	6,99E-01
ETP-fw	4,88E+01	6,62E+00	13,57%	3,73E+01	6,34E+01
HTP-c	5,87E-10	8,08E-11	13,77%	4,48E-10	7,65E-10
HTP-nc	1,92E-08	3,07E-09	15,98%	1,39E-08	2,60E-08
IRP	7,32E-02	9,18E-03	12,54%	5,76E-02	9,33E-02
PM	6,20E-08	9,48E-09	15,27%	4,60E-08	8,30E-08
SQP	3,05E+02	5,82E+01	19,05%	2,06E+02	4,32E+02

Tabla N°7 de Incertidumbre para el frigorífico calculada por método de Monte Carlo y matriz pedigree

Incertidumbre de la Evaluación de Análisis de Ciclo de vida de la etapa de Engorde

Como se puede observar en las tablas, los desvíos típicos relativos respecto a la media para cada indicador de impacto no fueron superiores al 40,03 % para el parámetro de Uso y calidad del suelo, el cual posee un patrón semejante al descrito en la bibliografía debido a que puede presentar valores considerables de incertidumbre, esto en particular se debe a que la producción de granos que es un hotspot y su ponderación ejerce un importante efecto. Mientras que el mínimo de la dispersión de los datos se observa en el parámetro de WDP del 8,47 % y para el parámetro de GWP el desvío estándar o típico relativo fue de 9,11%. En la gráfica se puede evidenciar todas las categorías de impactos ambientales para la etapa de granjas de engorde reflejadas con su media en los porcentajes del 100% y luego como se desplazan porcentualmente según la dispersión de los datos.

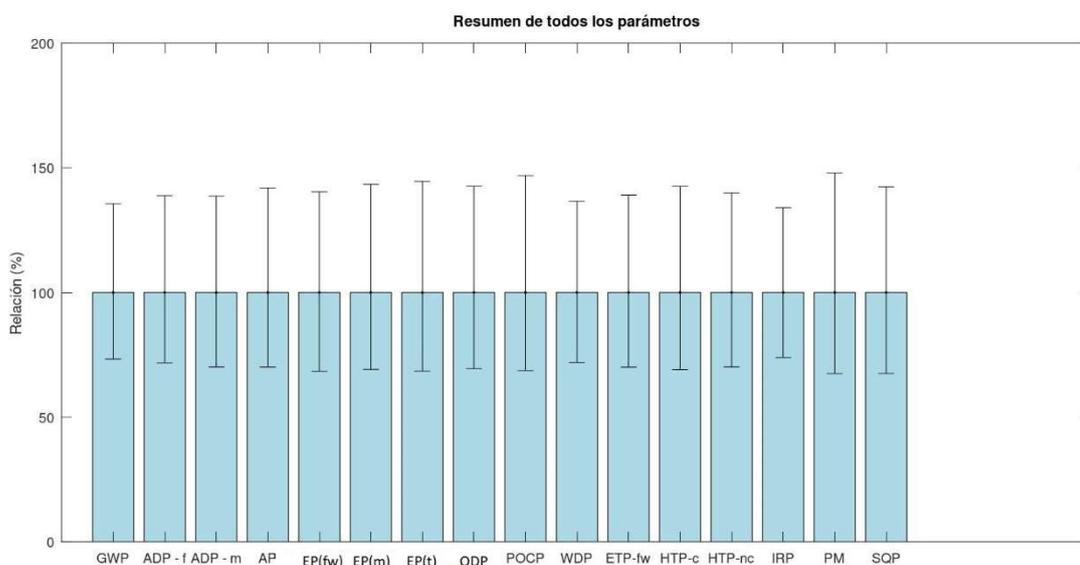


Parámetro	Media	Desvío estándar o típico	Desvío estándar relativo	Función de Probabilidad 2,5	Función de Probabilidad 97,5
GWP	1,57E+00	1,43E-01	9,11%	1,32E+00	1,88E+00
ADP - f	1,36E+01	1,69E+00	12,41%	1,10E+01	1,74E+01
ADP - m	6,87E-06	6,98E-07	10,16%	5,60E-06	8,36E-06
AP	7,13E-03	8,39E-04	11,76%	5,75E-03	9,05E-03
EP – freshwater (fw)	6,09E-04	6,60E-05	10,83%	4,90E-04	7,49E-04
EP – marine (m)	1,80E-03	2,66E-04	14,76%	1,42E-03	2,42E-03
EP – terrestrial (t)	2,00E-02	2,86E-03	14,31%	1,57E-02	2,68E-02
ODP	1,78E-07	2,35E-08	13,22%	1,41E-07	2,32E-07
POCP	5,00E-03	7,53E-04	15,04%	3,91E-03	6,77E-03
WDP	4,19E-01	3,55E-02	8,47%	3,54E-01	4,93E-01
ETP-fw	3,88E+01	3,38E+00	8,73%	3,27E+01	4,59E+01
HTP-c	4,87E-10	6,43E-11	13,20%	3,88E-10	6,36E-10
HTP-nc	1,90E-08	1,93E-09	10,16%	1,58E-08	2,32E-08
IRP	5,70E-02	7,12E-03	12,49%	4,59E-02	7,34E-02
PM	5,77E-08	1,09E-08	18,94%	4,30E-08	8,45E-08
SQP	3,93E+02	1,57E+02	40,03%	2,26E+02	8,03E+02

Tabla N°8 de Incertidumbre para las granjas de engorde calculada por método de Monte Carlo y matriz pedigree

Incertidumbre de la Evaluación de Análisis de Ciclo de vida de la etapa de Incubación

Como se puede observar en las tablas, los desvíos típicos relativos respecto a la media para cada indicador de impacto no fueron superiores al 21,03 % para el parámetro de materia particulada, el cual posee un patrón semejante al descrito en la bibliografía debido a que puede presentar valores considerables de incertidumbre, mientras que el mínimo de la dispersión de los datos se observa en el parámetro de IRP el Potencial de Radiación ionizante del 15,43 % y para el parámetro de GWP el desvío estándar o típico relativo fue de 15,95% por el efecto de la generación de efluentes y el uso de agua. En la gráfica se puede evidenciar todas las categorías de impactos ambientales para la etapa de incubadoras reflejadas con su media en los porcentajes del 100% y luego como se desplazan porcentualmente según la dispersión de los datos.

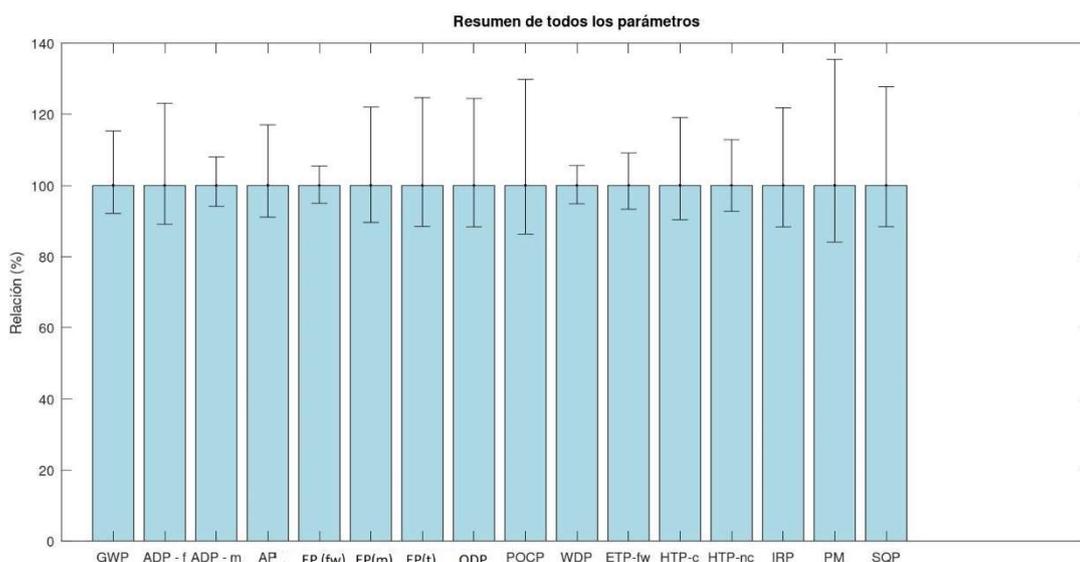


Parámetro	Media	Desvío estándar o típico	Desvío estándar relativo	Función de Probabilidad 2,5	Función de Probabilidad 97,5
GWP	1,70E-01	2,71E-02	15,95%	1,24E-01	2,30E-01
ADP - f	1,61E+00	2,77E-01	17,20%	1,15E+00	2,23E+00
ADP - m	1,30E-06	2,27E-07	17,45%	9,11E-07	1,80E-06
AP	7,80E-04	1,44E-04	18,47%	5,47E-04	1,11E-03
EP – freshwater (fw)	6,57E-05	1,20E-05	18,32%	4,49E-05	9,22E-05
EP – marine (m)	2,33E-04	4,40E-05	18,93%	1,61E-04	3,33E-04
EP – terrestrial (t)	2,32E-03	4,57E-04	19,68%	1,59E-03	3,35E-03
ODP	1,96E-08	3,71E-09	18,98%	1,36E-08	2,79E-08
POCP	5,47E-04	1,11E-04	20,36%	3,75E-04	8,03E-04
WDP	1,09E-01	1,80E-02	16,51%	7,82E-02	1,48E-01
ETP-fw	3,88E+00	6,88E-01	17,72%	2,72E+00	5,40E+00
HTP-c	7,02E-11	1,32E-11	18,81%	4,85E-11	1,00E-10
HTP-nc	2,47E-09	4,42E-10	17,89%	1,73E-09	3,46E-09
IRP	8,92E-03	1,38E-03	15,43%	6,59E-03	1,20E-02
PM	6,20E-09	1,30E-09	21,03%	4,18E-09	9,17E-09
SQP	2,06E+01	3,96E+00	19,26%	1,39E+01	2,93E+01

Tabla N°9 de Incertidumbre para la incubación calculada por método de Monte Carlo y matriz pedigree

Incertidumbre de la Evaluación de Análisis de Ciclo de vida de la etapa de Reproductoras

Como se puede observar en las tablas, los desvíos típicos relativos respecto a la media para cada indicador de impacto no fueron superiores al 14,18 % para el parámetro de materia particulada, el cual posee un patrón semejante al descrito en la bibliografía debido a que puede presentar valores considerables de incertidumbre, mientras que el mínimo de la dispersión de los datos se observa en el parámetro de EP (freshwater) el Potencial de Eutrofización para el agua dulce fue del 2,66 % y para el parámetro de GWP el desvío estándar o típico relativo fue de 5,97 % por el efecto del manejo del estiércol. En la gráfica se puede evidenciar todas las categorías de impactos ambientales para la etapa de reproductoras reflejadas con su media en los porcentajes del 100% y luego como se desplazan porcentualmente según la dispersión de los datos.

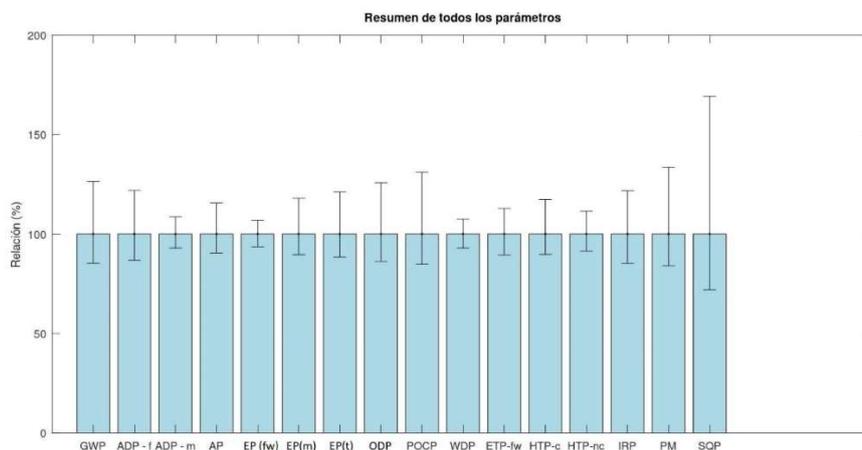


Parámetro	Media	Desvío estándar o típico	Desvío estándar relativo	Función de Probabilidad 2,5	Función de Probabilidad 97,5
GWP	1,27E-01	7,56E-03	5,97%	1,17E-01	1,46E-01
ADP - f	1,17E+00	1,09E-01	9,28%	1,04E+00	1,44E+00
ADP - m	1,14E-06	4,05E-08	3,57%	1,07E-06	1,23E-06
AP	6,57E-04	4,51E-05	6,87%	5,98E-04	7,68E-04
EP – freshwater (fw)	6,28E-05	1,67E-06	2,66%	5,96E-05	6,62E-05
EP – marine (m)	1,95E-04	1,66E-05	8,55%	1,74E-04	2,38E-04
EP – terrestrial (t)	1,91E-03	1,82E-04	9,54%	1,69E-03	2,38E-03
ODP	1,54E-08	1,51E-09	9,81%	1,36E-08	1,92E-08
POCP	4,23E-04	5,13E-05	12,13%	3,66E-04	5,50E-04
WDP	9,08E-02	2,49E-03	2,74%	8,61E-02	9,59E-02
ETP-fw	3,46E+00	1,41E-01	4,09%	3,22E+00	3,77E+00
HTP-c	5,69E-11	4,43E-12	7,79%	5,14E-11	6,77E-11
HTP-nc	2,12E-09	1,12E-10	5,30%	1,96E-09	2,39E-09
IRP	5,85E-03	5,24E-04	8,95%	5,17E-03	7,13E-03
PM	4,86E-09	6,90E-10	14,18%	4,09E-09	6,59E-09
SQP	2,07E+01	2,20E+00	10,62%	1,83E+01	2,65E+01

Tabla N°10 de Incertidumbre para el frigorífico calculada por método de Monte Carlo y matriz pedigree

Incertidumbre de la Evaluación de Análisis de Ciclo de vida de la etapa de Recría

Como se puede observar en las tablas, los desvíos típicos relativos respecto a la media para cada indicador de impacto no fueron superiores al 26,65 % para el parámetro de uso y calidad del suelo, el cual posee un patrón semejante al descrito en la bibliografía debido a que puede presentar valores considerables de incertidumbre, mientras que el mínimo de la dispersión de los datos se observa en el parámetro de EP (freshwater) el Potencial de Eutrofización para el agua dulce fue del 3,41 % y para el parámetro de GWP el desvío estándar o típico relativo fue de 10,66 % por el efecto del manejo del estiércol. En la gráfica se puede evidenciar todas las categorías de impactos ambientales para la etapa de granjas de engorde reflejadas con su media en los porcentajes del 100% y luego como se desplazan porcentualmente según la dispersión de los datos.



Parámetro	Media	Desvío estándar o típico	Desvío estándar relativo	Función de Probabilidad 2,5	Función de Probabilidad 97,5
GWP	4,91E-02	5,23E-03	10,66%	4,18E-02	6,20E-02
ADP - f	4,44E-01	4,04E-02	9,09%	3,85E-01	5,41E-01
ADP - m	3,55E-07	1,40E-08	3,94%	3,29E-07	3,85E-07
AP	2,74E-04	1,79E-05	6,54%	2,48E-04	3,17E-04
EP – freshwater (fw)	2,15E-05	7,32E-07	3,41%	2,01E-05	2,29E-05
EP – marine (m)	8,97E-05	6,67E-06	7,44%	8,04E-05	1,06E-04
EP – terrestrial (t)	8,16E-04	7,03E-05	8,62%	7,22E-04	9,89E-04
ODP	5,23E-09	5,55E-10	10,61%	4,51E-09	6,58E-09
POCP	1,51E-04	1,83E-05	12,10%	1,28E-04	1,98E-04
WDP	5,46E-02	2,03E-03	3,72%	5,07E-02	5,86E-02
ETP-fw	1,48E+00	8,80E-02	5,94%	1,32E+00	1,67E+00
HTP-c	2,20E-11	1,59E-12	7,22%	1,97E-11	2,58E-11
HTP-nc	9,00E-10	4,66E-11	5,17%	8,23E-10	1,00E-09
IRP	2,10E-03	2,01E-04	9,56%	1,79E-03	2,55E-03
PM	2,13E-09	2,78E-10	13,08%	1,79E-09	2,84E-09
SQP	8,71E+00	2,32E+00	26,65%	6,27E+00	1,47E+01

Tabla N°11 de Incertidumbre para la etapa de recría calculada por método de Monte Carlo y matriz Pedigree

Evaluación del impacto del ciclo de vida

A continuación, se detallan los resultados referenciados a la unidad funcional en estudio “1 kilogramo de carne de pollo faenado y envasado con menudos”. El LCA es una herramienta fundamental, pudiendo detectar los puntos críticos en las diferentes etapas para cada categoría del impacto. A continuación, se detallan los resultados obtenidos de las categorías de impactos ambientales mandatorios y adicionales para la unidad funcional en estudio:

RESULTS OF THE ENVIRONMENTAL PERFORMANCE INDICATORS													
IMPACT CATEGORY INDICATORS													
		Upstream				Core		Downstream				Total	
Parámetro	Unidad	Producción de alimentos	Producción animal	Producción de Packaging	Frigorífico	Transportes	Transporte y logística	Conservación en domicilios	Cocción	Disposición final del packaging	Cuna a la puerta del frigorífico	Cuna - Tumba	
Potencial de Calentamiento Global (GWP)	Fósil	kg CO ₂ eq.	4,93E-01	3,48E-01	4,39E-02	1,96E-01	3,06E-02	5,65E-01	3,84E-01	5,53E-01	2,59E-02	1,11E+00	2,64E+00
	Biogénico	kg CO ₂ eq.	3,41E-02	1,88E-01	7,42E-03	1,34E-01	3,95E-04	2,51E-04	6,77E-03	5,29E-03	1,29E-01	3,64E-01	5,06E-01
	Uso y transformación del Suelo	kg CO ₂ eq.	2,26E-01	9,91E-04	1,45E-04	6,07E-03	1,30E-05	2,79E-04	9,35E-03	6,99E-03	8,91E-07	2,33E-01	2,49E-01
Total de Potencial de Calentamiento Global (GWP)		kg CO₂ eq.	7,53E-01	5,37E-01	5,14E-02	3,37E-01	3,10E-02	5,66E-01	4,00E-01	5,65E-01	1,55E-01	1,71E+00	3,39E+00
Potencial de Agotamiento de la Capa de Ozono (ODP)		kg CFC-11 eq.	9,65E-08	4,68E-08	1,42E-08	2,73E-08	6,88E-09	1,35E-07	3,87E-08	5,62E-08	3,69E-10	1,92E-07	4,21E-07
Potencial de Acidificación (AP)		mol H ⁺ eq.	4,35E-03	1,43E-03	2,10E-04	5,18E-04	2,10E-04	2,84E-03	1,05E-03	1,08E-03	1,12E-04	6,72E-03	1,18E-02
Potencial de Eutrofización (EP)	Acuática agua dulce	kg P eq.	4,85E-04	2,54E-05	1,34E-05	4,03E-05	2,33E-06	4,77E-05	1,81E-05	1,70E-05	1,04E-05	5,67E-04	6,60E-04
	Acuática marina	kg N eq.	9,52E-04	4,77E-04	7,06E-05	1,35E-04	8,05E-05	9,79E-04	1,77E-04	1,89E-04	1,69E-04	1,71E-03	3,23E-03
	Terrestre	mol N eq.	1,05E-02	5,32E-03	5,21E-04	1,08E-03	8,79E-04	1,06E-02	1,90E-03	2,02E-03	5,51E-04	1,83E-02	3,34E-02
Formación Potencial de Ozono Troposférico (POCP)		kg NMVOC eq.	2,40E-03	1,55E-03	1,56E-04	3,94E-04	2,42E-04	2,97E-03	6,53E-04	8,07E-04	2,39E-04	4,73E-03	9,40E-03
Potencial de Agotamiento de Recursos Abióticos (ADP)*	Metales y minerales	kg Sb eq.	4,92E-06	7,60E-07	2,53E-07	9,60E-07	1,05E-07	3,25E-06	2,29E-06	1,75E-06	6,28E-09	7,00E-06	1,43E-05
	Recursos fósiles	MJ, net calorific value	6,06E+00	4,93E+00	9,72E-01	3,08E+00	4,59E-01	7,50E+00	6,84E+00	9,34E+00	2,59E-02	1,55E+01	3,92E+01
Potencial de Privación del Agua (WDP)*		m ³ world eq. deprived	2,27E-01	1,25E-01	2,11E-02	1,62E-01	1,58E-03	3,01E-02	5,59E-01	4,19E-01	4,69E-04	5,38E-01	1,55E+00

* Los resultados de este indicador de impacto ambiental se deben utilizar cuidadosamente, ya que las incertidumbres de estos resultados son altas o la experiencia con el indicador es limitada

Tabla Nº12 de resultados de las categorías de impacto ambiental

Additional environmental impact indicators												
IMPACT CATEGORY INDICATORS												
Additional environmental impact indicators	Unidades	UPSTREAM PROCESSES			CORE PROCESSES		DOWNSTREAM PROCESSES				Total	
		Producción de alimentos	Producción animal	Producción de Packaging	Frigorífico	Transportes	Transporte y logística	Conservación en domicilios	Cocción	Disposición final del packaging	Cuna a la puerta del frigorífico	Cuna - Tumba
Particulate matter emissions (PM)	Disease incidence	2,62E-08	1,82E-08	2,93E-09	8,09E-09	3,60E-09	3,82E-08	5,43E-09	5,50E-09	5,05E-08	5,90E-08	1,59E-07
Ionizing radiation, human health (IRP) *	kBq U235 eq.	2,84E-02	1,74E-02	2,22E-03	2,10E-02	2,09E-03	3,49E-02	7,81E-02	5,93E-02	1,16E-04	7,12E-02	2,44E-01
Eco-toxicity - freshwater (ETP-fw)**	CTUe	1,70E+01	1,53E+01	1,21E+00	1,37E+01	3,99E-01	7,14E+00	3,66E+00	4,63E+00	1,07E+02	4,77E+01	1,70E+02
Human toxicity, cancer effect (HTP-c)**	CTUh	2,84E-10	1,12E-10	2,44E-11	1,31E-10	1,88E-11	2,29E-10	8,98E-11	1,04E-10	8,20E-10	5,71E-10	1,81E-09
Human toxicity, non-cancer effects (HTP-nc)**	CTUh	9,24E-09	6,29E-09	4,83E-10	2,29E-09	4,65E-10	6,92E-09	2,41E-09	2,38E-09	3,87E-09	1,88E-08	3,43E-08
Land use related impacts/Soil quality (SQP)**	Dimensionless	1,57E+02	9,95E+00	1,03E+00	3,27E-01	3,10E-01	3,46E+00	-1,83E-01	-6,48E-04	5,37E-02	1,68E+02	1,72E+02

*Esta categoría de impacto trata principalmente con los impactos eventuales de las dosis bajas de las radiaciones ionizantes sobre la salud humana del ciclo del combustible nuclear. No considera los efectos debido a posibles accidentes nucleares ni la exposición ocupacional que debida a la eliminación de residuos radiactivos en las instalaciones subterráneas. El potencial de radiación ionizante del suelo, debida al radón o de algunos materiales de construcción no se mide tampoco con este parámetro.

** Los resultados de este indicador de impacto ambiental se deben utilizar cuidadosamente, ya que las incertidumbres de estos resultados son altas o la experiencia con el indicador es limitada.

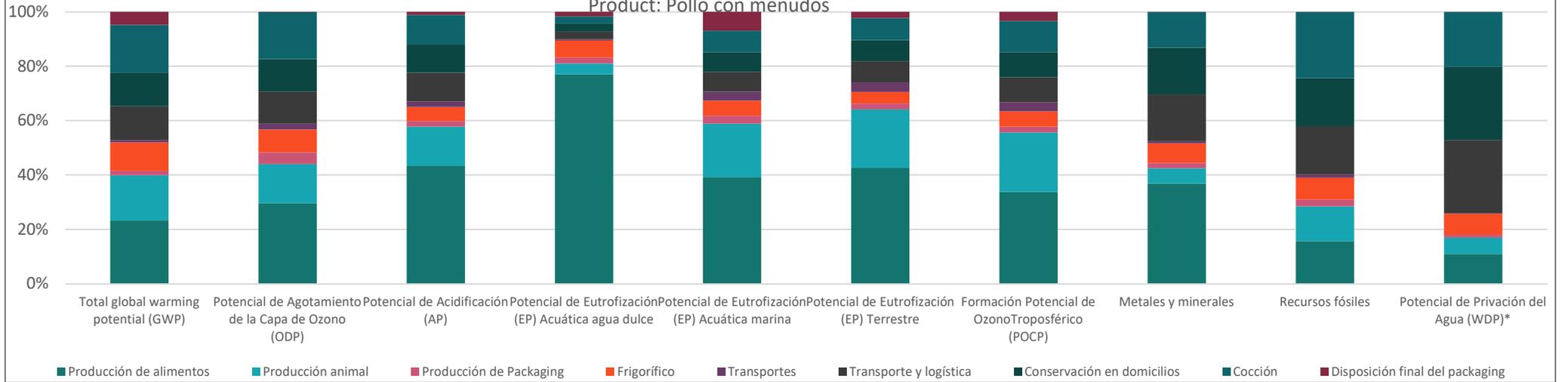
Tabla Nº13 de resultados de las categorías de impacto ambiental adicionales

USE OF RESOURCE													
Parameter	Unidades	UPSTREAM PROCESSES			CORE PROCESSES		DOWNSTREAM PROCESSES				Total		
		Producción de alimentos	Producción animal	Producción de Packaging	Frigorífico	Transportes	Transporte y logística	Conservación en domicilios	Cocción	Disposición final del packaging	Cuna a la puerta del frigorífico	Cuna - Tumba	
Primary energy resources – Renewable	Use as energy carrier	MJ, net calorific value	1,89E-01	1,61E-01	1,95E-02	3,37E-01	3,72E-03	7,75E-02	1,35E+00	1,02E+00	2,80E-04	7,11E-01	3,15E+00
	Used as raw materiales	MJ, net calorific value	1,82E-01	1,29E+00	1,96E-01	1,23E-01	1,54E-03	3,37E-02	5,28E-03	5,62E-03	1,19E-04	1,79E+00	1,83E+00
	Total	MJ, net calorific value	3,72E-01	1,45E+00	2,16E-01	4,60E-01	5,26E-03	1,11E-01	1,35E+00	1,02E+00	4,00E-04	2,50E+00	4,99E+00
Primary energy resources – Non-renewable	Use as energy carrier	MJ, net calorific value	2,97E-01	1,56E-04	2,15E-04	4,81E-03	1,94E-05	3,60E-04	3,29E-05	4,47E-05	1,80E-06	3,03E-01	3,03E-01
	Used as raw materiales	MJ, net calorific value	5,64E+00	2,78E+00	9,69E-01	2,84E+00	4,60E-01	7,50E+00	6,84E+00	9,33E+00	2,59E-02	1,27E+01	3,64E+01
	Total	MJ, net calorific value	5,94E+00	2,78E+00	9,69E-01	2,85E+00	4,60E-01	7,50E+00	6,84E+00	9,33E+00	2,59E-02	1,30E+01	3,67E+01

Tabla Nº14 de resultados de uso de recursos

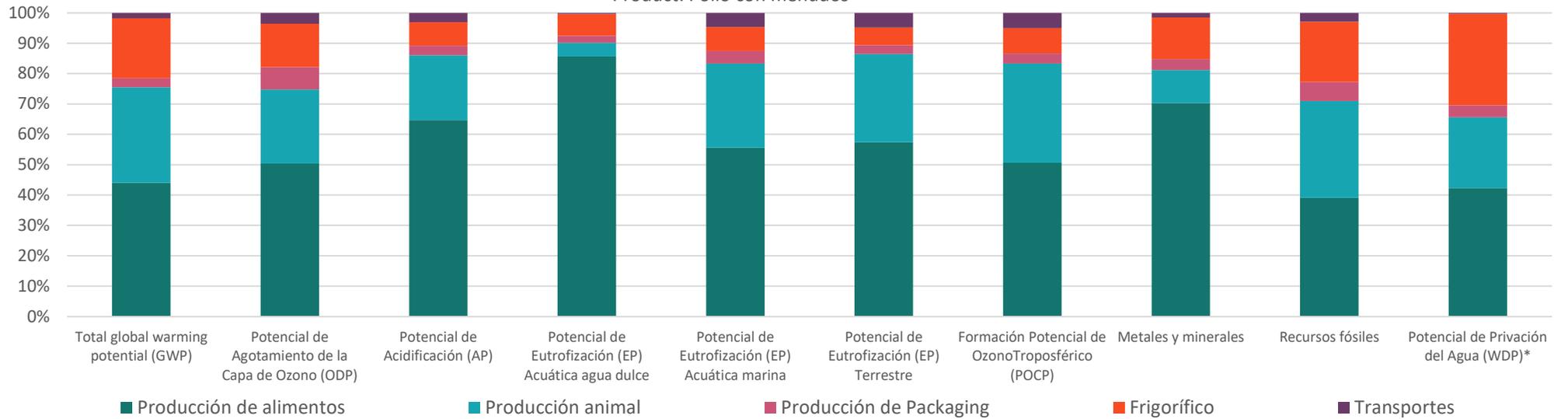
Indicadores de Categorías de Impacto de la cuna a la tumba

Product: Pollo con menudos

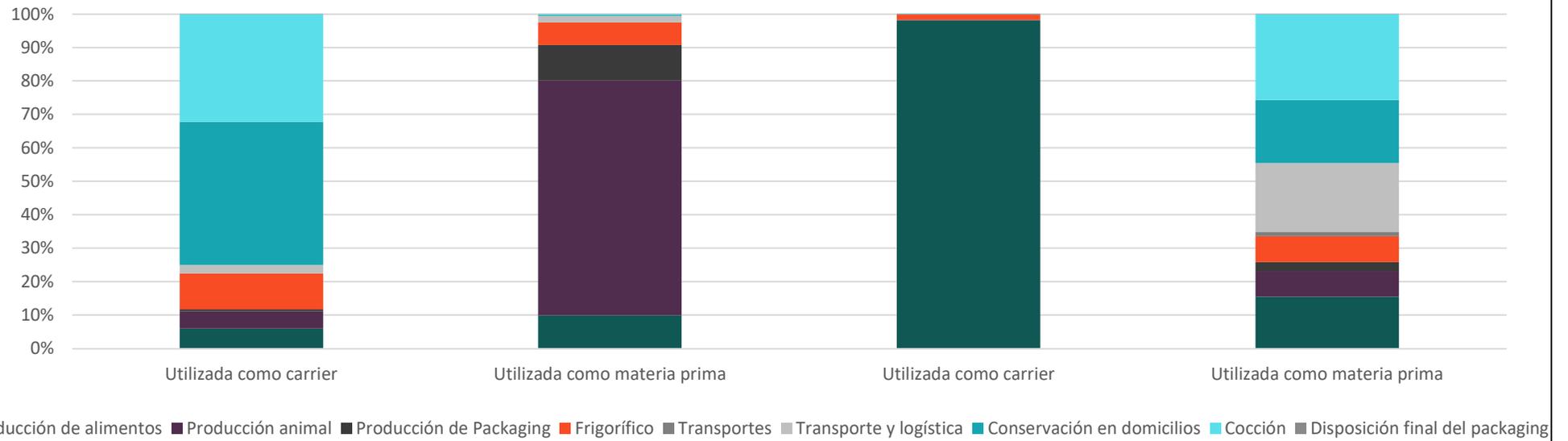


Indicadores de Categorías de Impacto de la cuna a la puerta

Product: Pollo con menudos



Uso de recursos de la cuna a la tumba
Product: Pollo con menudos





Interpretación del Ciclo de Vida

Potencial de calentamiento global (kg CO₂ eq.) - GWP-total: a partir de este estudio, el parámetro del potencial total de calentamiento global estimado generó una emisión de 3,39E-00 kg CO₂ eq. a la atmósfera para la unidad funcional en estudio con un alcance de la Cuna-tumba, mientras que al analizar el producto de la cuna hasta la puerta del frigorífico las emisiones de GEI fueron de 1,71E-00 kg CO₂ eq. En el gráfico se observa que la mayor incidencia correspondió a la etapa de alimentación y crecimiento de al animal junto a la producción del packaging con un total de 19,49 %, pudiéndose considerar como el principal punto crítico la producción del alimento balanceado con el 22,17 % sobre el total de las emisiones de GEI de la cuna a la tumba. El segundo punto crítico si se considera el alcance de la cuna a la puerta sería el manejo del estiércol y el crecimiento de los animales, pero al reflejarse de la cuna a la tumba el estudio el porcentaje de contribución es del 15.81 %, por debajo de la logística y distribución del producto final y luego de la cocción en la casa de los consumidores.

Potencial de agotamiento de la capa de ozono (kg CFC11 eq) - ODP: el impacto ODP se estima en 4,21E-07 kg CFC 11 eq por unidad funcional con un alcance de la cuna a la tumba, mientras que con un alcance de la cuna a la puerta del frigorífico las emisiones son en 1,92E-07 kg CFC 11 eq por unidad funcional. Como en todos los casos, las emisiones más relevantes se deben a servicios de logística y distribución (31,92 %) junto a emisiones producto de las labores agropecuarias en la etapa de producción de materias primas (22,90 %) y luego a las emisiones durante el proceso de cocción con un aporte del 13,33% sobre el total.

Potencial de Acidificación (mol H eq) - AP: el valor de AP estimado resultó ser de 1,18E-02 mol H+ eq. por unidad funcional con un alcance de la cuna a la tumba, mientras que con un alcance de la cuna a la puerta del frigorífico las emisiones 6,72E-03 mol H+ eq. Las emisiones más relevantes que afectan al potencial de acidificación son la producción de alimentos que se adquieren y estos asociados al uso de fertilizantes y las labranzas productivas con una incidencia del 36,83 %, el segundo hotspot se ubica en la etapa de logística y distribución del producto final por unidad funcional con una contribución del 24,05% mientras que otro hotspot en el alcance de la cuna a la tumba fue el crecimiento y el manejo del estiércol con una contribución menor del 12,16%.

Potencial de Eutrofización – EP: los valores del parámetro del potencial de eutrofización para el agua dulce resultaron 6,60-04 kg P eq. para EP-freshwater, 3,23E-03 kg N eq. para EP-marine y 3,34E-02 mol N eq. para EP-terrestrial, para el alcance de la cuna a la tumba. No obstante, la EP – freshwater de la cuna a la puerta fue 5,67-04 kg P eq. para la categoría de EP-freshwater, 1,71E-03 kg N eq, para la EP-marine y 1,83E-02 mol N eq para EP-terrestrial. El porcentaje de contribución de los piensos es de 73,54 %

para EP-freshwater, 29,50 % para marina y 31,44 % para terrestre. Mientras que la logística y distribución del producto final contribuyó con 7,22% para EP freshwater; 30,31% para EP marina y 31,84% a la EP terrestre, todos ellos en relación con el alcance de la cuna a la tumba. La Eutrofización en los diferentes compartimentos están asociadas a emisiones al agua, suelo y aire de N en sus diferentes formas (N_2O , NO_x , entre otros) y a las emisiones de P en la producciones de piensos y la logística y distribución.



Formación Potencial de Ozono Troposférico (kg NMVOC-eq) - POCP: el parámetro del potencial de formación de ozono troposférico es otro de los impactos que contabiliza emisiones a la atmósfera y se relaciona con lo llamado smog fotoquímico en ciudades donde la humedad relativa es baja y en muchos casos se ve potenciado por el relieve de las localidades y es altamente riesgoso para la salud humana, animal y vegetal. El POCP resultó $9,40E-03$ kg NMVOC eq. en el alcance de la cuna a la tumba mientras que si se evalúa el alcance de la cuna a la puerta del frigorífico fue de $4,7E-03$ kg NMVOC eq.

Debido a que la formación de ozono troposférico posee una alta correlación con el GWP, los hotspots coinciden donde se halló una contribución de la producción de alimentos del 25,48 %, la contribución de la logística y distribución del producto final fue del 31,58 % y el crecimiento de los animales junto al manejo y gestión del estiércol contribuyeron con el 16,45 %, todos ellos para el alcance de la cuna a la tumba.

Potencial de Agotamiento de Recursos Abióticos - minerales y metales (kg Sb-eq) - ADP-minerals & metals: en el caso de los impactos relacionados con el consumo de recursos, el valor estimado fue de $1,43E-05$ kg Sb eq. Para el calce de la cuna a la tumba, mientras que al analizar el alcance de la cuna hasta la puerta del frigorífico el valor fue de $7,00E-06$ kg Sb eq.

La contribución de los alimentos balanceados fue del 34,40 %, luego la logística y distribución del producto final contribuyó con el 22,71 % y finalmente la conservación en las casas influyeron en el 16,05% para el estudio con alcance de la cuna a la tumba. El consumo y la disminución de minerales y metales asociados a la maquinarias y equipos utilizados durante las diferentes etapas del producto analizado.

Potencial de Agotamiento de Recursos Abióticos -recursos fósiles (MJ, valor calorífico neto) - ADP-fósil: el consumo de recursos fósiles genera una disminución de las reservas las cuales son reflejadas en este indicador y por lo tanto está altamente correlacionado con las emisiones fósiles. Es por ello que el valor estimado para el alcance de la cuna a la tumba fue de $3,92E+01$ MJ valor calorífico neto, mientras que el alcance de la cuna a la puerta $1,55E+01$ MJ valor calorífico neto.

El consumo de recursos fósiles se relaciona con la producción de piensos que contribuye con el 15,87 %; la cocción del producto con una incidencia del 23, 83 %, la logística y distribución con el aporte de 19,13% y la conservación en las casas de los consumidores del 17,44 % para el alcance de la cuna a la tumba.

Potencial de privación del agua (m³ mundial eq privada) - WDP: el parámetro del potencial de privación de agua, que incluye el consumo de privación ponderada del agua afectado por la disponibilidad del recurso hídrico en el lugar donde ocurre el proceso, representó un $1,55E+00$ m³ mundial eq. privada para el alcance de la cuna a la tumba mientras que la contribución para el alcance de la cuna a la puerta del frigorífico fue $5,38E-01$ m³ mundial eq. privada.

La información presentada previamente se relaciona con que las contribuciones principales a este indicador son la conservación en los domicilios de los consumidores contribuye con el 36,17%; la cocción tiene una incidencia del 27,08 % y finalmente la producción de alimentos contribuye con el 14,70 %. Este indicador está muy relacionado con el factor de caracterización del agua, y los factores de caracterización de las zonas donde se lleva adelante la mayor producción de pollo de Argentina que fluctúan entre 0,3 y eventualmente 1 para otras zonas bajo estudio. Es por ello, que debido a la concentración de las empresas asociadas a la producción este indicador es muy positivo frente al mismo consumo en zonas con factores de caracterización distintos y más elevados.

Emisiones de materia particulada (incidencia de enfermedad) - PM: las emisiones fueron de 1,59 E-07 incidencia de enfermedades en el alcance de la cuna a la tumba, mientras que si el indicador se evalúa hasta la puerta del frigorífico 5,90 E-08 incidencia de enfermedades.

Los aportes con mayor significancia en este indicador fueron la producción de alimentos con el 16,51 %, pero el proceso disposición final del packaging tiene una contribución significativa del 31,82 % y la logística y distribución contribuyen con el 24,11 %, en todos estos casos la combustión necesaria para obtener energía en los diferentes procesos es realmente significativa en las emisiones de partículas que causan un daño severo a la salud humana entre otros.

Radiación ionizante, salud humana (kBq 235 eq) - IRP: se registró un valor de emisiones de 2,44 E-01 kBq 235 eq. para el alcance de la cuna a la tumba y 7,12 E-02 kBq 235 eq. para el alcance de la cuna a la puerta del frigorífico.

La contribución significativa al estudio con alcance de la cuna a la tumba fueron la conservación en las casas de los consumidores con el 32,05 % mientras que la cocción contribuyó con el 24,34 % y la logística y distribución contribuyó con el 14,33 %.

Ecotoxicidad del agua dulce (CTUe) - ETP-fw: este impacto resultó en 1,70 E+02 CTUe por unidad funcional para el alcance de la cuna a la tumba y para el alcance de la cuna a la puerta del frigorífico el valor fue de 4,77 E+01 CTUe por unidad funcional.

A diferencia del resto de los indicadores este indicador es muy significativo en disposición final del packaging contribuyendo con el 62,94 %, mientras que las etapas de producción de alimentos contribuyen con el 9,99% debido al bajo uso de agroquímicos con relación a otros lugares del mundo.

Toxicidad humana cancerígena (CTUh) - HTP-c: el valor de este impacto para el alcance de la cuna a la tumba resultó ser 1,81 E-09 CTUh, mientras que el alcance de la cuna a la puerta del frigorífico fue de 5,71 E-10 CTUh.

En correlación con lo sucedido en Ecotoxicidad la disposición final del packaging contribuye con el 45,20% de las emisiones cancerígenas, luego la producción de alimentos contribuye con el 15,69 % y la logística y distribución del producto final contribuye con el 12,63 %.

Toxicidad humana no cancerígena (CTUh) - HTP-nc: el valor de este impacto resultó ser 3,43 E-08 CTUh para el alcance de la cuna a la tumba y al analizar de la cuna a la puerta del frigorífico el valor es de 1,88E-08 CTUh.

El patrón de comportamiento fue similar a Ecotoxicidad y Toxicidad cancerígena, donde la logística y distribución contribuyó con el 20,15 %; la disposición final del packaging contribuyó con el 11,26 % mientras que la producción de alimentos colaboró con el 26,92 % y el crecimiento de los animales como el manejo del estiércol contribuyeron con el 18,32 % del indicador en el alcance de la cuna a la tumba.

Uso/Calidad del suelo - SQP: el valor resultó ser 1,72 E+02 para el alcance de la cuna a la tumba y 1,68 E+02 para el alcance de la cuna a la puerta del frigorífico.

Los valores estimados permiten identificar que la utilización del suelo se relaciona con la producción de los alimentos donde su contribución es del 91,29 %. Esto tiene una consideración muy importante debido a que los animales consumen alimento de forma significativa y se requiere superficie para obtener estas materias primas. Las tablas correspondientes contienen los resultados para la unidad funcional y los resultados se muestran, de forma tal que, se pueden diferenciar las diferentes etapas descriptas en las secciones anteriores según los límites del sistema.

Categoría de Impacto Ambiental a la derecha e Insumo debajo	Fósil (GWP)	Biogénico (GWP)	Uso y transformación del Suelo (GWP)	Total Potencial de Calentamiento Global (GWP)	Potencial de Agotamiento de la Capa de Ozono (ODP)	Potencial de Acidificación (AP)	Potencial de Eutrofización (EP) Acuática agua dulce	Potencial de Eutrofización (EP) Acuática marina	Potencial de Eutrofización (EP) Terrestre	Formación Potencial de Ozono Troposférico (POCP)	Potencial de Agotamiento de Recursos Abióticos (ADP) Metales y minerales	Potencial de Agotamiento de Recursos Abióticos (ADP) Recursos fósiles	Potencial de Privación del Agua (WDP)*
Maíz	27,03%	7,59%	0,04%	17,50%	18,16%	48,82%	72,96%	23,64%	19,03%	22,76%	15,44%	20,10%	7,26%
Expeller de soja - Soja Extrusada	11,91%	5,01%	0,02%	7,76%	25,41%	10,87%	11,14%	11,68%	13,83%	13,42%	10,22%	8,04%	5,36%
Harina de soja	9,28%	4,66%	73,31%	30,60%	5,27%	9,87%	2,41%	7,79%	6,38%	6,22%	2,47%	10,23%	5,67%
Poroto de soja	6,27%	2,63%	0,01%	4,08%	13,37%	0,21%	5,86%	6,15%	7,27%	7,06%	5,37%	4,23%	2,82%
Harina de viscera Pollo	0,06%	0,47%	0,03%	0,06%	0,05%	0,09%	0,03%	0,05%	0,05%	0,05%	0,04%	0,07%	0,07%
Harina de carne	3,37%	22,79%	0,09%	2,77%	1,68%	1,81%	1,03%	5,94%	11,51%	2,10%	1,00%	3,83%	6,32%
Aceite de Soja	1,65%	1,46%	26,19%	9,86%	0,93%	1,16%	0,80%	2,28%	1,81%	1,56%	0,64%	1,45%	0,93%
Carbonato de calcio	1,02%	0,44%	0,00%	0,66%	0,42%	0,79%	0,28%	0,59%	0,59%	0,92%	3,89%	1,06%	0,79%
Fosfato dicálcico	0,38%	0,30%	0,01%	0,25%	0,27%	0,22%	0,54%	0,29%	0,28%	0,39%	4,79%	0,42%	2,03%
Afrechillo de trigo	0,67%	0,22%	0,08%	0,46%	0,26%	1,50%	0,52%	4,06%	2,45%	0,63%	0,73%	0,42%	16,92%
Metionina	0,33%	0,07%	0,00%	0,21%	0,00%	0,04%	0,01%	0,09%	0,08%	0,12%	0,00%	0,74%	3,91%
Sal	0,17%	0,24%	0,00%	0,12%	0,06%	0,01%	0,09%	0,15%	0,12%	0,14%	0,86%	0,17%	0,22%
Gluten Meal	0,27%	0,12%	0,01%	0,18%	0,22%	0,10%	0,08%	0,57%	0,43%	0,42%	0,27%	0,30%	0,59%
Hemoglobina bovina	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Pellet de girasol	0,25%	0,09%	0,00%	0,16%	0,27%	0,14%	0,18%	0,46%	0,58%	0,27%	0,38%	0,33%	0,23%
Cáscara de soja	0,01%	0,01%	0,00%	0,00%	0,01%	0,01%	0,05%	0,01%	0,01%	0,01%	0,00%	0,01%	0,00%
Trigo	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,36%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Premezcla	5,35%	48,10%	0,01%	4,65%	3,25%	2,26%	1,96%	3,38%	3,36%	3,58%	44,00%	8,50%	31,16%
Sal (tratamiento de agua)	0,03%	0,06%	0,00%	0,02%	0,01%	0,00%	0,02%	0,02%	0,02%	0,02%	0,30%	0,03%	-0,01%
Eléctrica	3,99%	1,75%	0,19%	2,66%	2,08%	2,44%	0,16%	0,95%	0,91%	1,42%	1,52%	5,77%	13,01%
Gas natural	3,97%	0,09%	0,00%	2,54%	2,18%	0,46%	0,06%	0,45%	0,42%	1,01%	0,06%	5,38%	0,05%
Agua utilizada	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
GLP (litros)	1,23%	0,02%	0,00%	0,79%	0,00%	0,18%	0,00%	0,22%	0,21%	0,42%	0,00%	1,33%	0,00%
Gas Oil (litros)	0,09%	0,00%	0,00%	0,06%	0,00%	0,04%	0,00%	0,02%	0,02%	0,03%	0,00%	0,10%	0,00%
Leña quemada (kg)	0,00%	0,08%	0,00%	0,00%	0,00%	0,04%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Transporte de insumos	22,31%	3,61%	0,02%	14,37%	25,86%	18,16%	1,74%	30,49%	29,92%	36,55%	7,84%	27,11%	2,57%
Transporte en tren	0,38%	0,18%	0,00%	0,25%	0,23%	0,43%	0,08%	0,74%	0,72%	0,87%	0,17%	0,40%	0,09%

Tabla Nº15 de resultados de la incidencia para cada categoría de impacto de los principales insumos en la producción de piensos

Uso de Recursos: el indicador total de energía renovable (PERT) registró un valor de 4,46 E-03 MJ distribuido entre el uso de energía como raw materials (PERM) con un valor de 9,37 E-04 MJ y el uso como carriers (PERE) con un valor de 3,52 E-03 MJ. El mayor aporte significativo al PERM le corresponde a la infraestructura (66,94 %), seguido por la infraestructura del downstream (23,79 %) y el proceso de generación (2,93%). Mientras que para el PERE la infraestructura del parque aportó 57,24 % y la del downstream 18,55 %, la generación aportó 20,48 %. En cuanto al indicador total de no renovables (PENRT), registró un valor de 9,70 E-02 MJ distribuido entre el uso de energía como raw materials (PERM) con un valor de 9,70 E-02 MJ y el uso como carriers (PERE) con un valor de 2,02 E-05 MJ. El mayor aporte significativo al PERM le corresponde a la infraestructura (75,86 %), seguido por la infraestructura del downstream (12,58 %) y el proceso de generación (6,58 %). Mientras que para el PERE la infraestructura del parque aportó 45,11 % y la del downstream 38,66 %, la generación aportó 1,16 %.

Análisis de sensibilidad

El análisis de sensibilidad proporciona una importante comprensión de las decisiones asumidas en el LCA, se evaluaron dos escenarios diferentes para la unidad funcional en estudio. El primero donde se reemplaza el 40% de la energía de la matriz energética argentina de los subsistemas por energía fotovoltaica y el segundo donde el reemplazo por energía fotovoltaica para todos los eslabones productivos es del 80%.

Los resultados se muestran en la siguiente tabla donde se comparan los diferentes escenarios y su impacto en la UF en estudio.

Parámetro	Unidades	40% de energía fotovoltaica		80% de energía fotovoltaica		Resultado base
		Cantidad	%	Cantidad	%	Cantidad
Total Potencial de Calentamiento Global (GWP)	Kg. CO2 Eq.	1,67E+00	2,75%	1,62E+00	5,49%	1,71E+00
Potencial de Agotamiento de la Capa de Ozono (ODP)	MJ	1,48E+01	5,25%	1,39E+01	10,50%	1,56E+01
Potencial de Acidificación (AP)	kg Sb eq	7,09E-06	-0,86%	7,15E-06	-1,73%	7,02E-06
Potencial de Eutrofización (EP) Acuática agua dulce	mol H+ eq	6,68E-03	1,45%	6,58E-03	2,91%	6,78E-03
Potencial de Eutrofización (EP) Acuática marina	kg P eq	5,69E-04	-0,07%	5,69E-04	-0,14%	5,68E-04
Potencial de Eutrofización (EP) Terrestre	kg N eq	1,72E-03	0,97%	1,70E-03	1,94%	1,74E-03
Formación Potencial de Ozono Troposférico (POCP)	mol N eq.	1,84E-02	0,99%	1,82E-02	1,98%	1,85E-02
Potencial de Agotamiento de Recursos Abióticos (ADP) Metales y minerales	kg CFC-11 eq	1,88E-07	2,30%	1,84E-07	4,60%	1,92E-07
Potencial de Agotamiento de Recursos Abióticos (ADP) Recursos fósiles	kg NMVOC eq	4,74E-03	1,35%	4,67E-03	2,70%	4,80E-03
Potencial de Privación del Agua (WDP)*	m3 eq	4,71E-01	12,48%	4,04E-01	24,96%	5,39E-01
Ecotoxicidad de agua dulce	CTUe	4,76E+01	0,56%	4,73E+01	1,12%	4,78E+01
Toxicidad humana cancerígena	CTUh	5,69E-10	0,43%	5,66E-10	0,87%	5,71E-10
Toxicidad humana no cancerígena	CTUh	1,88E-08	0,26%	1,88E-08	0,52%	1,89E-08
Radiación ionizante	kBq U-235 eq	6,21E-02	13,41%	5,25E-02	26,82%	7,17E-02
Materia particulada	disease inc.	5,95E-08	0,55%	5,92E-08	1,10%	5,99E-08
Uso y claidad del suelo	Pt	2,99E+02	-0,26%	3,00E+02	-0,51%	2,99E+02

Tabla Nº16 de resultados del análisis de sensibilidad

En el caso del reemplazo del 40% de la energía de matriz energética argentina por la generación de un 40% de energía fotovoltaica en todos los eslabones productivos se evidencia un descenso del 2,75% para GWP, una reducción del 5,25% para el Potencial de Agotamiento de Recursos Abióticos fósiles mientras que reduciría significativamente la WDP un 12,48% y el potencial de radiación ionizante un 13,41 % por la disminución del uso de matriz energética argentina que posee un contribución de energía nuclear. Solamente las categorías de impactos ambientales que se verían influenciadas por incrementos sería el Uso del suelo, el uso de recursos minerales y metales y el potencial de eutrofización del agua dulce en una menor significancia.

En el caso que la reducción de la matriz energética argentina en cada eslabón productivo por energía fotovoltaica sea del 60 %, las reducciones en los diferentes parámetros aparecen con una mayor significancia. El potencial de calentamiento global (GWP) se reduciría un 5,59 %, mientras que el Potencial de Agotamiento de Recursos Abióticos fósiles se reduciría un 10,50 % pero las reducciones en el potencial de privación del agua (WDP) serían del 24,96 % y la disminución de la radiación ionizante sería del 26,82%, ambas afectadas por una disminución considerable del uso de energía de la matriz energética argentina.

Estas consideraciones permiten considerar en un futuro la incorporación de energías alternativas a la matriz energética argentina, con un impacto significativo en la producción amigable con el ambiente de carne de pollo.

Estudios Comparativos

En la siguiente tabla se describe la comparación de diferentes sistemas productivos e impactos ambientales utilizando la metodología descrita por ISO 14040 e ISO 14044 podrían ser utilizados como referencias al momento de comparar los resultados. (Tomasevic, Nastasijevic, Skunca, Tomovic, & Djekic, 2018)

El resultado de la huella de carbono obtenido para CEPA fue de 1,50 kg de CO₂ eq/kg de pollo en la puerta de la granja y 1,71 kg de CO₂ eq/kg de pollo en la puerta del frigorífico. En la siguiente tabla se realiza una comparación porcentual con estudios mundiales, a los efectos que CEPA pueda analizar su posicionamiento en el mercado internacional. No obstante, se debe tener en cuenta que por las fechas de los estudios y las descripciones de los trabajos los factores de emisión son menores para metano y óxido nitroso que lo dispuesto por la Package 3.1 del Programa Ambiental de Huellas de la UE en vigencia a la actualidad.

Origen de los LCA	Asignación	Alcance	Potencial de Calentamiento Global
			Kg. CO ₂ Eq.
Italia	biofísica	Cuna a la puerta (frigorífico)	5,52E+00
		Cuna a la puerta (granja)	3,03E+00
Irán	biofísica	Cuna a la puerta (frigorífico)	5,36E+00
		Cuna a la puerta (granja)	1,39E+00
Portugal	biofísica	Cuna a la puerta (frigorífico)	2,46E+00
		Cuna a la puerta (granja)	1,62E+00
Francia	biofísica	Cuna a la puerta (frigorífico)	4,02E+00
		Cuna a la puerta (granja)	2,22E+00
Brasil	biofísica	Cuna a la puerta (frigorífico)	2,75E+00
		Cuna a la puerta (granja)	1,45E+00
Australia	biofísica	Cuna a la puerta (granja)	2,61E+00
Reino Unido	biofísica	Cuna a la puerta (granja)	4,57E+00
CEPA	biofísica	Cuna a la puerta (frigorífico)	1,71E+00
		Cuna a la puerta (granja)	1,50E+00

Tabla N°17 de estudios publicados de huellas de carbono conforme a ISO 14040 e ISO 14044

Los porcentajes negativos significan valores inferiores para el presente estudio respecto a los demás trabajos internacionales analizados, ya sea en la puerta de la granja o en la puerta del frigorífico. En todos los casos la huella de carbono de la unidad funcional estudiada es menor a los valores informados por estudios internacionales. En la siguiente tabla se describen dos estudios de referencia que se encuentran en las bases de datos de Ecoinvent y Agri - footprint respectivamente, en el primer caso la asignación se realiza por masa y en el segundo caso es económica, en el caso de CEPA en todas las instancias la asignación es de carácter biofísica según lo dispone la PCR, pero a los fines de cumplir con la exigencia de la norma se evalúan casos de referencia disponibles para un estudio de LCA. En la mayor cantidad de los parámetros bajo estudio los resultados de CEPA se encuentran por debajo de la información relevada y solamente en algunos parámetros se encuentran por encima como puede ser excepcionalmente el potencial de agotamiento de ozono y el uso y calidad del suelo. Las diferencias significativas en muchas categorías de impacto se deben a condiciones particulares regionales de producción de materias primas como los granos que son un insumo considerado un hotspot en la producción de carne de pollo, en estos casos los factores de emisión y caracterización corresponden al package 3.1 de UE.

Parámetro	Unidad	Chicken for slaughterin g, live weight {GLO} chicken production Cut-off, U At farm Ecoinvent	CEPA 2025 - Peso vivo	Chicken meat, at slaughterhouse {BR} Economic, U Agri-footprint	CEPA 2025 - Carne de pollo asignación por masa
Potencial de Calentamiento Global (GWP) Fósil	kg CO2-eq	1,76E+00	9,82E-01	1,95E+00	1,12E+00
Potencial de Calentamiento Global (GWP) Biogénico	kg CO2-eq	1,19E-01	2,58E-01	1,64E-01	3,64E-01
Potencial de Calentamiento Global (GWP) Uso y transformación del Suelo	kg CO2-eq	5,07E-01	2,63E-01	4,56E+00	2,33E-01
Potencial de Calentamiento Global (GWP) Total	kg CO2-eq	2,38E+00	1,50E+00	6,68E+00	1,71E+00
Potencial de Agotamiento de la Capa de Ozono (ODP)	kg CFC11 eq	1,11E-07	1,67E-07	2,92E-07	1,92E-07
Potencial de Acidificación (AP)	mol H+ eq	6,20E-02	6,78E-03	7,38E-02	6,78E-03
Potencial de Eutrofización (EP) Acuática agua dulce	kg P eq	6,95E-04	5,94E-04	1,69E-03	5,68E-04
Potencial de Eutrofización (EP) Acuática marina	kg N eq	2,02E-02	1,68E-03	1,90E-02	1,74E-03
Potencial de Eutrofización (EP) Terrestre	mol N eq	2,63E-01	1,86E-02	3,23E-01	1,85E-02
Formación Potencial de OzonoTroposférico (POCP)	kg NMVOC eq	6,54E-03	4,65E-03	1,64E-02	4,80E-03
Potencial de Agotamiento de Recursos Abióticos (ADP) Recursos fósiles	MJ	1,48E+01	1,28E+01	2,37E+01	1,56E+01
Potencial de Agotamiento de Recursos Abióticos (ADP) Metales y minerales	kg Sb eq	9,38E-06	7,02E-06	1,48E-05	7,02E-06
Potencial de Privación del Agua (WDP)*	m3 depriv.	6,17E+00	4,10E-01	3,91E-01	5,39E-01
Ecotoxicity, freshwater	CTUe	1,04E+02	3,77E+01	7,38E+02	4,78E+01
Human toxicity, non-cancer	CTUh	5,24E-08	1,81E-08	1,44E-07	1,89E-08
Human toxicity, cancer	CTUh	1,93E-09	4,60E-10	2,09E-09	5,71E-10
Particulate matter	disease inc.	4,49E-07	5,25E-08	6,51E-07	5,99E-08
Ionising radiation	kBq U-235 eq	1,00E-01	5,38E-02	1,21E-01	7,17E-02
Land use	Pt	9,96E+01	3,44E+02	6,66E+02	2,99E+02

Tabla Nº18 de estudios publicados de huellas de carbono conforme a ISO 14040 e ISO 14044

Considerando la información de las dos tablas surge que los valores de desempeño ambiental en algunas categorías de impacto ambiental se encuentran por debajo de los estudios obtenidos de la búsqueda bibliográfica y solamente en muy pocos parámetros se encuentran por encima de los estudios analizados.

XI. Conclusiones

Los resultados obtenidos para CEPA indican que las emisiones de gases de efecto invernadero (GWP) para la unidad funcional estudiada es de 1,71 kg de CO₂ eq/kg de carne de pollo según el package 3.1 de Programa Ambiental de Huellas de la UE, en el cual se actualizaron todos los factores de emisión y caracterización disponibles para todas las categorías de impacto ambiental estudiadas. Mientras que al consumidor es decir con un alcance de la cuna a la tumba considerando el valor de la modelización utilizada para la cocción y almacenamiento en la casa fue de 3,40 kg de CO₂ eq. Este impacto está distribuido principalmente en las etapas del frigorífico 12,33 %, las granjas de parrilleros contribuyen con el 15,96 %, la planta de alimentos/pienso lo hacen con el 22,11 %, la logística y distribución del producto final contribuye con el 16,64% y la conservación en la casa del consumidor y su posterior cocción influyen en el 28,39%, por tal motivo se sugiere concientizar a los consumidores de sus acciones para disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero, igualando el esfuerzo que se realizan en toda la cadena productiva.

Respecto a la huella de agua por escasez, se concluye que para la unidad funcional estudiada es de 0,5380 m³ eq. de agua/kg de carne de pollo a la puerta del frigorífico. Mientras que al final de la cadena productiva este valor es de 1,55 m³ eq de agua/kg de carne de pollo. Esta categoría de impacto está distribuida principalmente en las etapas del frigorífico 11,97 %, granjas de parrilleros 8,15 %, planta de alimentos/pienso 14,69 %, el almacenamiento junto a la cocción en las casas tiene un impacto del 63,21 %. A modo de conclusión, se observa que uno de los principales hotspots o puntos calientes aparecen en la producción de piensos, pero si se analiza toda la cadena completa de la cuna a la tumba, el consumidor juega un rol fundamental en las últimas etapas del consumo del producto al igual que en el potencial de calentamiento global.

Estos procesos están fuera del control de las compañías avícolas, aunque existe el potencial de influir sobre él informando de su importancia con sugerencias de mejora para un consumo más amigable con el medio ambiente. La realización de acciones tendientes a la sustentabilidad, como la difusión de un consumo responsable son herramientas podrían ayudar a toda la cadena productiva y a la sociedad en su conjunto.

Los traslados de las materias prima hasta la planta de piensos también representan un hotspot, por lo que comprar estos granos a proveedores que produzcan en zonas próximas a las plantas de piensos reflejará no sólo en ventajas desde el punto de vista ambiental, sino también económicas.

La recría y postura no generan un impacto significativo en el total, debido a que el aporte de cada gallina y de cada gallo se divide en el total de huevos que tienen en su vida útil, resultando la contribución para la unidad funcional en estudio es muy baja. Por otro lado, el proceso de incubación, muestra un ligero aporte al total, destacándose el consumo de energía eléctrica y combustibles.

La granja de engorde de pollos debido a los distintos alimentos que se utilizan para engordar al pollo y sus traslados contribuyen con el 56,64 % de las emisiones y el 46,40 % el impacto a la disponibilidad de agua; por lo tanto, implementar las medidas mencionadas antes repercutirá en la reducción de emisiones también en esta etapa. La producción de la cama de pollo y su traslado aporta el 7,19 % del total (viruta y cáscara de arroz) y el 18,66 % en el potencial de privación de agua. Profundizar sobre el impacto generado por cada tipo de cama utilizada podría resultar de gran incidencia en esta cadena productiva; el caso del arroz debido al consumo de agua, la emisión de metano durante su ciclo de vida y su distancia de aprovisionamiento pueden afectar sensiblemente a la producción de pollos en las granjas.

Finalmente, dentro del procesamiento del frigorífico se destacan, como ya se mencionó, los consumos de energía eléctrica y combustibles. Además, aparecen con alto impacto las emisiones de la laguna de tratamiento de efluentes. Hacer más eficientes cada uno de los procesos que consumen insumos producirá ventajas ambientales, disminuyendo las emisiones de gases de efecto invernadero y el consumo de agua total de la carne de pollo.

En función de los estudios comparados con la metodología descrita por las ISO 14040 y 14044, los valores obtenidos en este estudio se encuentran en los rangos internacionales y en muchos casos por debajo de ellos por las características productivas locales en especial la eficiencia en los procesos e insumos utilizados en la producción. Cabe destacar que en los granos resulta de mayor incidencia en los impactos estudiados, sus condiciones de optimización por la aplicación de la siembra directa y la producción en secano reducen no solo la emisión de gases de efecto invernadero sino también el consumo de agua.

Del estudio de sensibilidad surge que un desafío por delante es continuar abordando las mejoras en la utilización de energías y combustibles, siendo clave la eficiencia energética y la incorporación creciente de energías renovables.

XII. Referencias

- Echazarreta, J. M., Casañas, E., Puntieri, E., Bilbao, L., Garcia de Andina, C., Gulivart, V., . . . Lago Mathisen, M. (2024). Impactos ambientales del maíz en la principales regiones agrícolas de la Argentina (Campaña 2020/2021). *Agronomía & Ambiente*, 44(1), 36-47. doi:<http://dx.doi.org/10.62165%2FAA.44.1.0266>
- Echazarreta, J. M., Marzocchini, M., Garcia de Andina, C., & Gulivart, V. (2024). *Anaálisis de Ciclo de Vida para una EPD* (Primera ed.). (U. N. Zamora, Ed.) Buenos Aires, Argentina: Universidad Nacional de Lomas de Zamora.
- EN 15804. (2019). *Sustainability of construction works. Environmental product declaration. Core rules for the product category of construction products*. European Committee for Standardization. Brussels: European Standart. doi:ICS 91.010.99
- EPD. (2020). *PCR: MEAT OF POULTRY (FRESH, FROZEN OR CHILLED) PRODUCT CATEGORY CLASSIFICATION: UN CPC 2112, 2114, 2117. VERSION 3.0*.
- Eurobarometer. (October 2017). *Attitudes of European citizens - Special Eurobarometer 468 - Report*. Report, Directorate-General for Environment and co-ordinated by the Directorate General for Communication, European Commission. doi:doi:10.2779/84809
- European Commission. (2010). *International Reference Life Cycle Data System (ILCD) Handbook* (Vol. First edition March 2010). Luxembourg: Institute for Environment and Sustainability.
- European Commission. (2013). *Flash Eurobarometer 367 (Attitudes of Europeans towards building the single market for green products)*. Brussels.
- European Footprint | EF. (2023, Junio 4). *EN 15804 reference package*. Retrieved from EN 15804 reference package: <https://eplca.jrc.ec.europa.eu/LCDN/EN15804.xhtml>
- IBM. (2020). *Meet the 2020 consumers driving change*. Obtenido de Los compradores están dispuestos a pagar más por marcas sostenibles y rastreadas: <https://www.ibm.com/thought-leadership/institute-business-value/report/consumer-2020>
- IPCC. (2006). *Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero*. Obtenido de Volumen 4: Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra: <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2019rf/vol4.html>
- IPCC. (2019). *2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. Roma: Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC).
- Oers, V., de Koning, A., Guinée, J. B., & Huppes, G. (2002). *Abiotic Resource Depletion in LCA*. Road and Hidraulyc Engineering Institute. Netherlands: Ministerie van Verkeer en Waterstaat.
- Posch, M., Seppälä, J., Hettelingh, J.-P., Johansson, M., Margni, M., & Jolliet, O. (2008, August 21). The role of atmospheric dispersion models and ecosystem sensitivity in the determination of characterisation factors for acidifying and eutrophying emissions in LCIA. *The International Journal of Life Cycle Assessment volume*. doi:<https://doi.org/10.1007/s11367-008-0025-9>
- ReCiPe 2008. (2013). *ReCiPe 2008 A life cycle impact assessment method which comprises harmonised category indicators at the midpoint and the endpoint level*. First edition (version 1.08), Ministry of Housing, Spatial Planning and Environment (VROM), Netherlands.

- SAGPyA. (2022). *Anuario Avícola 2022*. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca.
- SAGPYA. (2023). *Anuario Avicola 2022 - 2023*. Dir. de Porcinos, Aves y Animales de Granja – SSGyPA – Ministerio de Economía con datos de Senasa.
- SAGPyA. (2024). *Consumo per cápita de carnes al mes de junio*. Secretaría de Agricultura Ganadería y Pesca. Buenos Aires: SAGPyA. doi:https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/202406_consumo_per_capita_movil_carne_vf.pdf
- Seppälä, J., Posch, M., Johansson, M., & Hettelingh, J.-P. (2006, 11 6). Country-Dependent Characterisation Factors for Acidification and Terrestrial Eutrophication Based on Accumulated Exceedance as an Impact Category Indicator. *Int J LCA*, 403 – 416.
- Tomasevic, I., Nastasijevic, I., Skunca, D., Tomovic, V., & Djekic, I. (26 de February de 2018). Life cycle assessment of the chicken meat chain. (Elsevier, Ed.) *Journal of Cleaner Production*(184), 440 - 450. Obtenido de www.elsevier.com/locate/jclepro
- USDA. (2023). *Livestock and Poultry: World Markets and Trade*. Washington: United States Department of Agriculture.
- Wiedemann, S., McGahan, E., & Murphy, C. (2016, June 18). Resource use and environmental impacts from Australian chicken meat production. (Elsevier, Ed.) *J of Cleaner Production*, 140, 675 - 684. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.06.086>
- Yin, R. (1984). Case Study research.
- Yin, R. (2003). *Case study research: design and methods*. Thousand Oaks: Sage Publications.
- Yin, R. K. (2009). *Case Study Research: design and methods* (4th ed., Vol. Volumen 5). Thousands Oaks, California, United State of America: SAGE Inc.