



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL CONCEPCIÓN DEL URUGUAY**

MAESTRÍA EN INGENIERÍA AMBIENTAL

**"Evaluación del desempeño ambiental y alternativas de
soluciones tecnológicas de los sistemas de producción avícola
bajo un enfoque de Análisis de Ciclo de Vida"**

Tesis presentada para obtener el grado de Magister en Ingeniería Ambiental

Tesista: Ing. Agr (Esp) Natalia.S.Almada

Director: Lic. (MSc) Mariano Minaglia

Codirectora: Dra. María del Carmen Tortorelli

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL CONCEPCIÓN DEL URUGUAY**

MAESTRÍA EN INGENIERÍA AMBIENTAL

**"Evaluación del desempeño ambiental y alternativas de
soluciones tecnológicas de los sistemas de producción avícola
bajo un enfoque de Análisis de Ciclo de Vida"**

Tesis presentada como requisito para obtener el grado de Magíster en Ingeniería Ambiental.

Tesista: Ing. Agr (Esp) Natalia S. Almada

Director: Lic. (MSc) Mariano Minaglia

Codirectora: Dra. María del Carmen Tortorelli

2023

DEDICATORIA

A Laura, Analía y Mauro, quienes siempre creyeron en mí y estuvieron acompañándome y dándome fuerzas cuando todo se volvía difícil.

A mi padre, Jorge, que desde donde esté, sé que está apoyándome y estaría orgulloso de mis logros.

A mis directores, Mariano y María del Carmen.

ÍNDICE

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL.....	1
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL.....	2
DEDICATORIA	3
ÍNDICE.....	4
INDICE DE FIGURAS	5
ÍNDICE DE TABLAS	6
RESUMEN	8
RECONOCIMIENTOS	9
ESTRUCTURA DE LA TESIS	10
CAPÍTULO 1	11
INTRODUCCIÓN.....	11
1.1 PROBLEMA IDENTIFICADO.....	12
1.2 JUSTIFICACIÓN	12
1.3 OBJETIVOS	14
CAPÍTULO 2.....	15
MARCO TEÓRICO.....	15
2.1 HISTORIA DE LA AVICULTURA.....	15
2.2 AVICULTURA A NIVEL MUNDIAL	15
2.3 AVICULTURA EN ARGENTINA	17
2.3.1 Avicultura Industrial	18
2.3.2 Avicultura Alternativa.....	21
2.3.2.1 Sistemas de producción bajo protocolos de certificación.....	22
□ Pollo Campero INTA	22
□ Pollo ecológico/orgánico	23
2.3.2.2 Sistemas de producción sin protocolos de certificación.....	25
□ Pollo de crianza natural o libres en pastura	25
2.4 ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA	27
2.4.1 Normativa de referencia	28
2.4.2 Breve reseña sobre los orígenes del análisis del ciclo de vida.....	28
2.4.3 Etapas de desarrollo de un análisis de ciclo de vida	30
□ Definición de objetivos y alcance	30
□ Análisis de inventario (ICV)	31
□ Evaluación de impacto de ciclo de vida (EICV)	31
□ Interpretación	33
2.4.4 Importancia de estos estudios.....	34
2.4.5 Estudios ACV entorno al sector avícola	34
CAPÍTULO 3.....	38
MATERIALES Y MÉTODOS	38

FASE 1: DEFINICIÓN DE OBJETIVOS Y ALCANCE.....	40
3.1 OBJETIVO.....	40
3.2 ALCANCE.....	41
3.2.1 Unidad funcional.....	41
3.2.2 Límites del sistema.....	41
3.2.3 Límite temporal.....	42
3.2.4 Regla de exclusión.....	43
3.2.5 Cuestiones asumidas.....	44
3.2.6 Criterio de corte.....	45
FASE 2: ANÁLISIS DE INVENTARIO DE CICLO DE VIDA (ICV).....	46
3.3 DEFINICIÓN DEL SISTEMA ESTUDIADO.....	47
3.4 PREPARACIÓN PARA LA RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN.....	48
3.5 RECOLECCIÓN DE DATOS E INFORMACIÓN PROCESADA.....	51
3.5.1 Producción Agrícola.....	51
3.5.2 Piensos.....	56
3.5.3 Producción de carne.....	56
3.6 ASIGNACIÓN DE CARGAS AMBIENTALES.....	60
FASE 3: EVALUACIÓN DE INVENTARIO DE CICLO DE VIDA (EICV).....	63
CAPITULO 4.....	74
FASE 4: INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	74
4.1 RESULTADOS Y ANÁLISIS.....	75
4.1.1 Potencial de Calentamiento Global (GWP100A) (kg CO ₂ eq).....	75
4.1.2 Acidificación potencial (kg SO ₂ eq).....	76
4.1.3 Eutrofización potencial (kg PO ₄ ⁻³ eq).....	78
4.1.4 Formación fotoquímica de Ozono o smog fotoquímico (kg NMVOC eq) ..	80
4.1.5 Potencial de Agotamiento de Recursos Abióticos-elementos (kg Sb eq).....	82
4.1.6 Potencial de Agotamiento de Recursos Abióticos-Combustibles Fósiles (MJ eq).....	83
4.1.7 Huella de agua/Escasez de agua (m ³ eq).....	85
4.1.8 Adelgazamiento de la capa de ozono (kg CFC ⁻¹¹ eq).....	87
4.2 Consideraciones finales.....	89
4.3 Divulgación de resultados.....	91
CAPÍTULO 5.....	92
CONCLUSIONES.....	92
RECOMENDACIONES.....	93
BIBLIOGRAFÍA.....	95
ANEXO.....	106
ANEXO I: Perfiles ambientales utilizados y generados.....	107
INDICE DE FIGURAS	
Figura 1: Historia de la Avicultura.....	17
Figura 2: Modelos de producción identificados.....	18
Figura 3: Eslabones productivos de un sistema de producción industrial.....	20
Figura 4: Distribución de la faena avícola industrial nacional.....	21

Figura 5: Aves saliendo a recrearse en sistema de producción orgánico	25
Figura 6: Chickens tractors.....	26
Figura 7: Normativa de referencia ACV	28
Figura 8: Marco referencial del ACV.....	30
Figura 9: Aspectos a considerar para definir el Alcance del estudio.....	31
Figura 10: Elementos obligatorios y opcionales en la etapa de Evaluación del ACV (García Martínez, 2019)	32
Figura 11: Bibliotecas disponibles en el software SimaPro.	33
Figura 12: Fases del ACV-Definición de objetivos y alcance.....	40
Figura 13: PCR 2010:13 Meat of poultry.....	41
Figura 14: Límites del sistema. Elaboración propia.....	42
Figura 15: Fases ACV- Análisis de Inventario.....	46
Figura 16: Componentes Eslabón Producción de Alimentos	47
Figura 17: Componentes del Eslabón de Producción de Carne.....	48
Figura 18: Cuestionario de recolección de datos.....	50
Figura 19: Zonificación ReTAA.	52
Figura 20: Marco referencial ACV-Análisis/Evaluación de Inventario.....	63
Figura 21: Marco Referencial ACV- Fase de Interpretación	74
Figura 22: Potencial de calentamiento global (Kg CO ₂ eq) según sistema de producción	75
Figura 23: Acidificación potencial (kg SO ₂ eq) según sistema de producción.....	77
Figura 24: Eutrofización potencial (kg PO ₄ ⁻³ eq) según sistema de producción.....	79
Figura 25: Formación fotoquímica de ozono (kg NMVOC eq) según sistema de producción	81
Figura 26: Potencial de agotamiento de recursos abióticos-elementos (kg Sb eq) según sistema de producción	83
Figura 27: Potencial de agotamiento de recursos abióticos-combustibles fósiles (kg Mj eq) según sistema de producción.....	84
Figura 28: Huella de agua (m ³ eq) según sistema de producción.....	86
Figura 29: Adelgazamiento de la capa de ozono (kg CFC-11) según sistema de producción	88
Figura 30: Categorías de impacto relevantes en un sistema de producción alternativo-Campero INTA.....	89
Figura 31: Categorías de impacto relevantes en un sistema de producción industrial ...	90

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Planteo maíz ReTAA	53
Tabla 2: Planteo final para el cultivo de maíz	54
Tabla 3: Cálculo de emisiones para el cultivo de soja en las provincias de Entre Ríos y Córdoba	55
Tabla 4: Relevamiento de información según tipo de alimento formulado	56
Tabla 5: Características de los sistemas de producción evaluados.....	59
Tabla 6: Asignación de cargas ambientales-Engorde.....	61
Tabla 7: Asignación de cargas ambientales-Incubación.....	61
Tabla 8: Asignación de cargas ambientales-Reproductores	61

Tabla 9: Asignación de cargas ambientales- Cría y Recría.....	61
Tabla 10: Asignación cargas ambientales de sistema de producción alternativo -Engorde	61
Tabla 11: Asignación cargas ambientales de sistema de producción alternativo – Incubación	62
Tabla 12: Asignación cargas ambientales de sistema de producción alternativo – Reproductores.....	62
Tabla 13: Asignación de cargas ambientales de sistemas de producción alternativo - Cría y Recría.....	62
Tabla 14: Categorías de impacto analizadas.....	66
Tabla 15: Resultados del sistema de producción industrial.....	67
Tabla 16: Resultado del sistema de producción alternativo-Campero INTA.....	73
Tabla 17: Contribución al potencial de calentamiento global según etapa y sistema de producción	76
Tabla 18: Contribución de cada componente de la etapa piensos al potencial de calentamiento global.....	76
Tabla 19: Contribución a la acidificación potencial según etapa y sistema de producción	77
Tabla 20: Contribución de cada componente de la etapa piensos a la acidificación potencial	78
Tabla 21: Contribución a la eutrofización potencial según etapa y sistema de producción	79
Tabla 22: Contribución de cada componente de la etapa piensos a la eutrofización potencial	80
Tabla 23: Contribución a la formación fotoquímica de ozono según etapa y sistema de producción	81
Tabla 24: Contribución de cada componente de la etapa de piensos a la formación fotoquímica de ozono	82
Tabla 25: Contribución al potencial de agotamiento de recursos abióticos-combustibles fósiles, según etapa y sistema de producción	84
Tabla 26: Contribución de cada componente de la etapa piensos al potencial de agotamiento de recursos abióticos-combustibles fósiles según sistema de producción .	85
Tabla 27: Contribución a la huella de agua según etapa y sistema de producción	86
Tabla 28: Contribución de cada componente en la etapa piensos a la huella de agua según sistema de producción	87
Tabla 29: Contribución de cada componente en la etapa de piensos al adelgazamiento de la capa de ozono según sistema de producción	88
Tabla 30: Etapas que contribuyen a cada categoría de impacto	90
Tabla 31: Referencias de otros autores.....	91

RESUMEN

La avicultura es una de las industrias más sólidas e importantes en el mundo por su participación en la seguridad alimentaria y su papel protagónico en los mercados internacionales. Ésta contribuye a satisfacer las necesidades proteicas de la población, a través de dos de sus vertientes básicas: la producción de huevos y de carne de pollo.

Argentina, en el año 2022, alcanzó el 8° lugar en la producción mundial de carne aviar, contribuyendo con un porcentaje significativo al Producto Interno Bruto (PBI) nacional. Sin embargo, aún se desconocen en profundidad los impactos generados en las diferentes etapas de producción sobre los recursos naturales de nuestro planeta, aire, agua y suelo.

El objetivo de este trabajo consistió en la identificación, cuantificación y valoración de los impactos ambientales generados por el sistema productivo de carne aviar, a partir del uso de una herramienta de gestión, el Análisis de Ciclo de Vida, a fin de aportar información precisa al sector para la toma de decisión. Para ello se recopilaron y evaluaron entradas, salidas e impactos ambientales potenciales de la producción de pollos para ocho categorías de impacto ambiental.

Los principales resultados indican que la industria cárnica aviar, en los dos sistemas estudiados, presentó ineficiencias a lo largo de su proceso productivo. Así el sistema de producción de carne aviar industrial presentó los mayores valores en las categorías de impacto: Acidificación, Eutrofización, Formación fotoquímica de ozono y Potencial de agotamiento de recursos abióticos-elementos. En tanto que el sistema de producción alternativo-Campero INTA presentó las mayores contribuciones al Potencial de Calentamiento global, Potencial de agotamiento de recursos abióticos-combustibles fósiles, Huella de agua y Adelgazamiento de la capa de ozono.

PALABRAS CLAVES: Avicultura, Análisis de Ciclo de Vida, Categorías de Impacto Ambiental

RECONOCIMIENTOS

A todos los profesionales que colaboraron en el desarrollo de la tesis.

Al Ing. Agr. Juan Martin Gange por su colaboración para obtener la Licencia Estudiantil del Software SimaPro.

A las Ing. Agr. Pinget Daniela y Zermatten Gabriela por su apoyo incondicional.

Al INTA-EEA Concepción del Uruguay.

ESTRUCTURA DE LA TESIS

El trabajo se encuentra estructurado en cinco capítulos, siendo el presente Capítulo 1 de carácter introductorio y de justificación de la investigación.

En el Capítulo 2 se lleva a cabo una exposición del referencial teórico que servirá como guía para el desarrollo de la tesis.

Luego de la presentación del marco teórico, en el Capítulo 3, se hace la descripción de la metodología utilizada.

En el Capítulo 4 se muestran los resultados e interpretación de los mismos y, por último, en el Capítulo 5, se exponen las principales conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

La población mundial es de 7,9 mil millones de personas, según estimaciones de las Naciones Unidas a noviembre de 2022 (Organización de la Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2022). El explosivo crecimiento ha generado un aumento del consumo per cápita, incrementándose casi exponencialmente la producción de todo tipo de bienes y servicios, con la consecuente presión sobre los recursos naturales asociados. Complementariamente en los últimos años el concepto de Consumo Responsable se ha vuelto protagonista, consecuencia de que las actividades humanas han superado la capacidad del planeta para absorber los impactos y proporcionar los recursos para satisfacer las necesidades (Sánchez et al. 2019).

La carne es uno de los principales alimentos para la mayoría de los seres humanos, situándose por encima de los 333 millones de toneladas en el año 2022 (Orús, 2023). Las tres principales carnes que se consumen a nivel global son la de origen vacuno, porcino y aviar, siendo el ranking en los últimos tiempos, liderado por la carne de pollo (Organización de la Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2023). Esto se debe a su bajo precio, su importancia como fuente de proteínas, vitamina B y minerales. En el mundo, los sistemas de producción de carne aviar han sido identificados como ambientalmente eficientes (Enciso & Burkart, 2017), sin embargo, en las últimas décadas la industria avícola se ha desarrollado y modernizado, alcanzando una mayor productividad. El crecimiento de la producción y su concentración en ciertas regiones, para responder a una demanda de consumo creciente, pueden atentar contra la eficiencia de estos sistemas de producción.

Por lo tanto, a los fines de lograr que los sistemas alcancen la sustentabilidad, los investigadores y encargados de tomar decisiones necesitan información sobre las fortalezas y debilidades de los diferentes procesos de producción. Para ello se han desarrollado herramientas como el Análisis de Ciclo de Vida.

En este marco y a los fines de avanzar hacia una producción avícola sostenible, el presente trabajo tuvo por objetivo, recopilar y evaluar entradas, salidas e impactos ambientales potenciales de la producción de pollos utilizando para ello el método Análisis de Ciclo de Vida (ACV) o Life Cycle Assessment (LCA) según sus siglas en inglés.

1.1 Problema identificado

A nivel mundial, la avicultura es una de las ramas de la producción animal de mayor importancia. En el año 2022, la producción fue de 102 millones de toneladas (Dir. de Porcinos, Aves y Animales de Granja-SSGyPA,2022). Ésta contribuye a satisfacer las necesidades proteicas de la población, a través de dos de sus vertientes básicas: la producción de huevos y de carne de pollo. Sin embargo, el acelerado crecimiento demográfico y la demanda de alimentos, en particular la carne aviar, podría tener graves consecuencias en los ecosistemas del mundo, a menos que se generen cambios importantes en la forma en que se producen los alimentos (Laurance *et al.*, 2014).

En Argentina el sector avícola industrial en el 2022 alcanzó el 8° lugar en la producción mundial, contribuyendo con un porcentaje significativo en el Producto Interno Bruto (PBI) nacional (Dir. de Porcinos, Aves y Animales de Granja-SSGyPA,2022). Sin embargo, aún se desconocen los impactos generados en las diferentes etapas de producción sobre los recursos naturales de nuestro planeta, aire, agua y suelo (Gómez Daza, 2012).

Con base en la problemática expuesta, en el presente trabajo se planteó la implementación del Análisis de Ciclo de Vida tendiente a identificar, cuantificar y evaluar los impactos ambientales potenciales asociados al proceso de producción de carne aviar bajo dos sistemas de producción.

1.2 Justificación

Una población mundial creciente demanda productos ganaderos, permitiendo de esta forma que aquellas regiones donde dichos sistemas productivos son importantes se conviertan en los mayores exportadores de carne aviar a nivel mundial. De acuerdo a la FAO (2018), este crecimiento del sector debe abordarse en el contexto de los recursos naturales finitos, la contribución a los medios de vida, la seguridad alimentaria a largo plazo, y las respuestas al cambio climático. Para desarrollar sistemas de alto rendimiento, con impactos mínimos en el ambiente, es vital avanzar en el desarrollo de herramientas útiles para la gestión e implementación de evaluaciones integrales, que describan

confiablemente los impactos ambientales de los diferentes sistemas de producción (Arrieta & González, 2019).

En pos de orientar la necesaria transición a la sostenibilidad en el año 2015, los estados miembros de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) en conjunto con diversas organizaciones no gubernamentales y en el marco de los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM), generaron una propuesta de 17 objetivos para alcanzar un Desarrollo Sustentable con metas al año 2030. Uno de ellos hace foco en los sistemas de producción y consumo, enfatizando en la necesidad de comprender mejor los efectos ambientales y sociales de los productos y servicios.

El Análisis de Ciclo de Vida, de ahora en adelante ACV, constituye una herramienta para alcanzar dicho objetivo. Este evalúa de modo sistémico los impactos ambientales de productos o servicios a través de todas sus etapas, según la Society of Environmental Toxicology and Chemistry (1993) y Minaglia (2015). Los resultados obtenidos permiten identificar las oportunidades y amenazas asociadas a ese proceso productivo, así como brindar información estratégica requerida para ingresar o permanecer en mercados internacionales.

Nuestros sistemas productivos evolucionaron y se adaptaron para responder a la demanda creciente de proteína animal, por lo que es vital contar con información sobre amenazas y oportunidades asociadas al proceso.

La temática abordada por el presente estudio se enmarca en la actividad final de la formación de la Maestría en Ingeniería Ambiental de la Universidad Tecnológica Nacional- Facultad Regional de Concepción del Uruguay. En el ámbito de las competencias laborales de la autora, desarrolló su actividad profesional en la Estación Experimental del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) Concepción del Uruguay, Entre Ríos, en el Departamento de Avicultura. El INTA es un organismo estatal descentralizado con autarquía operativa y financiera, dependiente del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación. Creado en el año 1956, desarrolla desde entonces, acciones de investigación e innovación tecnológica en las cadenas de valor, regiones y territorios para mejorar la competitividad y el desarrollo rural sustentable del país. A través de su Plan Estratégico Institucional (PEI) 2015- 2030, asume el *“compromiso de la institución con la sociedad y el desarrollo del país, impulsando la innovación y contribuyendo al desarrollo sostenible de los Sistemas Agropecuarios,*

Agroalimentarios y Agroindustriales (SAAA) de forma que los mismos resulten competitivos, inclusivos, equitativos y cuidadosos del ambiente, a través de la investigación, la extensión, el desarrollo de tecnologías, el aporte a la formulación de políticas públicas y la articulación y cooperación nacional e internacional” (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria [INTA], 2016).

El presente trabajo pretende responder a la necesidad institucional planteada a través de La Red Argentina de Análisis de Ciclo de Vida (RACV) de avanzar en el desarrollo de este tipo de estudios en el país, profundizando los conocimientos de estos procesos de transformación productiva y su sostenibilidad desde una mirada sistémica y holística, aportando conocimiento e información de interés a todos los actores que intervienen de algún modo en los distintos eslabones de cada una de las cadenas productivas en los sistemas estudiados.

1.3 Objetivos

A continuación, se detallan los objetivos del trabajo final de tesis:

General

- Contribuir a la gestión productiva sustentable de la cadena avícola, identificando, cuantificando y valorando los impactos ambientales generados por el sistema productivo de carne aviar (convencional y orgánico), mediante una herramienta de gestión, el Análisis de Ciclo de Vida, que aporta información precisa para la toma de decisiones.

Específicos

- Proporcionar datos sobre desempeño ambiental y eficiencia de producción de un sistema de producción convencional y un sistema de producción orgánico.
- Determinar puntos críticos de un sistema de producción convencional y un sistema de producción orgánico en dos épocas del año (invierno y verano).
- Plantear alternativas de gestión y/o tecnológicas que permitan mejorar la eficiencia de los sistemas evaluados.
- Generar información antecedente para dichos sistemas productivos, la cual facilite el desarrollo de estudios posteriores en la temática.

CAPÍTULO 2

MARCO TEÓRICO

2.1 Historia de la avicultura

El término Avicultura deriva del latín *avis* 'ave' y cultura, haciendo referencia al trabajo de cuidar y criar aves. Su origen puede ser situado en el Sudeste asiático y son los animales domésticos que aparecen con mayor frecuencia en la historia escrita. De hecho, ya se hace referencia a éstos en documentos chinos, los cuales sugieren que las gallinas domésticas existen desde hace unos 8000 años en China. Aristóteles, en el año 400 a.C., escribió sobre la etapa de incubación artificial de huevos de gallina, llevada adelante por los egipcios. Los romanos, en tanto, los consideraban como animales consagrados a Marte, el Dios de la Guerra (Gómez Daza, 2012). Catón (200 a.C.) describe el engorde de las gallinas para la producción de carne, en lo que se constituyó como el primer tratado que hace referencia a prácticas avícolas. Abu Zacaria Iahia, durante el siglo XII, dedicó un capítulo del Libro de Agricultura a la avicultura.

A finales del siglo XIX y principios del XX, gracias al avance de la genética y de la nutrición, la avicultura se convierte en una actividad en expansión. Así, se empezaron a escoger las razas más aptas para este propósito, mecanismo a través del cual se ha llegado a la consolidación de la avicultura como se conoce en la actualidad (Gómez Daza, 2012; Campo, 2009; Los orígenes de la avicultura | HIPRA, s. f.).

2.2 Avicultura a nivel mundial

El término "avicultura" involucra en general todas aquellas actividades relacionadas con la producción de aves de corral y su explotación comercial. En su sentido amplio, hace referencia al manejo de diferentes especies como gallinas, pavos, patos, gansos, entre otros. Sin embargo, dado que la mayor producción está relacionada con la cría de pollos y la producción de huevos, asociamos el término con la producción de estos (Ministerio de Agroindustria [s/f].Manual de avicultura https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/manual_de_avicultura_2oano.pdf)

La producción avícola juega un rol protagónico en la seguridad alimentaria. En el ámbito rural en particular, las aves de corral resultan esenciales para la subsistencia de muchos agricultores de bajos recursos, representando aproximadamente el 80 % de las poblaciones de aves de corral en los países con déficit de alimentos y de bajos ingresos (Organización de la Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2013).

El desarrollo y mejora de las tecnologías de producción han incrementado la eficiencia e inocuidad, favoreciendo a las unidades de gran escala, en detrimento de los pequeños productores. Esta evolución ha hecho que la industria avícola y la industria de alimentos concentrados aumenten rápidamente de tamaño, que se concentren en torno a las fuentes de insumos o los mercados finales y se integren verticalmente (FAO, 2013). Esto genera una división nítida entre los sistemas de producción, por un lado, *“una avicultura industrial altamente coordinada y eficiente, a gran escala y destinada al consumo masivo, y por el otro, una avicultura familiar con objetivos de autoproducción de alimentos y venta de excedentes ocupando nichos de mercado específico, comercializando productos diferenciados”* (Dottavio & Di Masso, 2010; Gange, 2022).

Así la producción mundial de carne aviar para el año 2022 fue de 100,5 millones de toneladas de acuerdo con datos del USDA¹, valores que se incrementaron un 2% respecto a 2021. Dicho aumento estuvo dado por incrementos en la producción de Brasil, China y Estados Unidos, quienes lideran el mercado mundial junto a la Unión Europea (UE), seguidos por Rusia, México y Tailandia, representando el 94 % de la producción mundial. La Argentina ocupa el 8° lugar, con un 2,2% de las exportaciones mundiales. En tanto que Japón es el principal importador de carne aviar (Dir. De Porcinos, Aves y Animales de Granja-SSGyPA, 2022).

¹ USDA: Departamento de Agricultura de US

2.3 Avicultura en Argentina

1857: Se introducen al país las primeras aves. Estas llegan con los colonos y se vuelven un importante complemento de la economía doméstica. Hablamos entonces de sistemas de producción familiares.

De 1945 a 1959: Durante este período se da un aumento en la población de aves, pasando a un concepto ya semi industrial de la explotación, dada la incorporación de razas de pedigrí, por ejemplo.

1959: Punto de inicio de la avicultura industrial con la introducción de lo conocido hoy como pollos parrilleros.

Entre 1976 y 1983: período en el que el sector quedó integrado. Se producen los huevos fértiles, los pollitos BB, el alimento, y se terceriza el manejo de las aves. Esto genera una división nítida entre los sistemas de producción, por un lado, una avicultura industrial y por el otro una avicultura de tipo alternativa, no integrada.

Figura 1: Historia de la Avicultura.

Elaborado en base a Información publicada por el Centro de Información Nutricional de la Carne de Pollo (Cincap), en: <https://www.cincap.com.ar/evolucion-de-la-avicultura/>.

Consultado en febrero 2023.

Sobre la base de estas consideraciones, es posible indicar que en nuestro país podemos encontrar a grandes rasgos dos modelos productivos como puede observarse en la Figura 2. Así distinguimos modelos intensivos como los industriales y sistemas semi- intensivos de producción, como los alternativos.

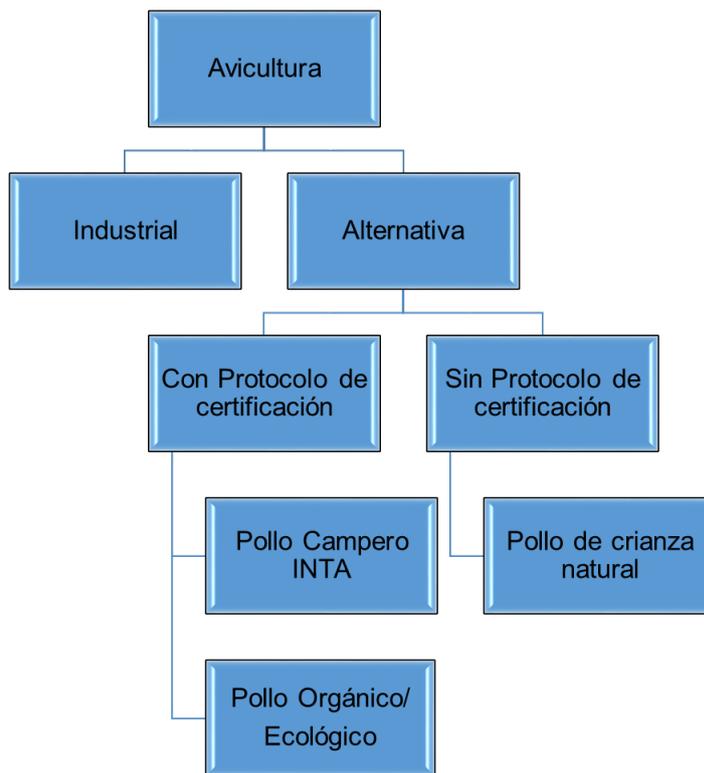


Figura 2: Modelos de producción identificados.

Elaboración propia en base a

https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/manual_de_avicultura_2oano.pdf.

Consultado marzo 2023.

A continuación, se incluye una descripción de los modelos identificados:

2.3.1 Avicultura Industrial

La producción aviar juega un papel importante en la economía nacional, a través de sus dos cadenas productivas diferenciadas: carne (línea genética pesada) y huevo (línea genética ligera) (Ruhl, 2010; Tesei, 2018; Minaglia, 2015). Si bien representan cadenas y estructuras productivas relacionadas, difieren en relación a los procesos, actores y el producto final.

El ciclo productivo en la producción de carne se inicia con la crianza de los abuelos de donde surgen los padres de pollitos (en adelante, pollitos bb). En Argentina la base genética utilizada es producida en otros países como, por ejemplo, EE. UU, siendo las principales líneas para el engorde: Arbor Acres, Cobb, Hubbard/Peterson y Ross (Ruhl, 2010).

El ciclo se continúa con la recria de los padres en las granjas de cría hasta que alcanzan la madurez sexual, aproximadamente 21 semanas de crianza. En este punto son llevados a las granjas de reproducción durante unas 59 a 60 semanas. En estas granjas tanto machos como hembras permanecen juntos (1 macho/10 hembras). Los huevos se depositan en nidos, se recolectan, se clasifican por tamaño, luego se empaquetan y se mantienen a 20 °C hasta su traslado a la planta de incubación (Ruhl, 2010).

En la planta de incubación, se reciben los huevos y se mantienen durante aproximadamente 21 días. Los últimos 2 días del ciclo se cumplen en las nacedoras. Los pollitos bb son posteriormente retirados de las nacedoras, son sexados, vacunados y trasladados a las granjas de engorde (Ruhl, 2010).

El engorde lo llevan adelante productores integrados a las empresas avícolas y en menor medida, por granjas pertenecientes a dichas empresas. Estas proveen la cama de pollo (CP), los pollitos bb, el alimento, el tratamiento sanitario y en la provincia de Entre Ríos, el gas para la calefacción. El productor en tanto, aporta las instalaciones, la mano de obra y la electricidad. Las estructuras productivas presentan mucha heterogeneidad, predominando en la provincia de Entre Ríos, una capacidad menor a 30 mil aves, mientras que, en la provincia de Buenos Aires, predominan las granjas de mayor tamaño, que superan las 100 mil aves (Ministerio de Hacienda y Finanzas Públicas, 2016). En cuanto al nivel tecnológico, García, 2012 menciona que “*coexisten galpones con implementos manuales y ventilación natural, galpones con sistemas de comederos, calefacción y riego automáticos y galpones automatizados, con ventilación forzada*”. Esta etapa de engorde dura unas 7 semanas.

Alcanzado el peso de faena, las aves se capturan manualmente y se envían en camiones a la planta de faena. El peso final del pollo vivo promedio es de 3 kg, dependiendo del destino de estos.

Se trata entonces de una cadena integrada en forma vertical. Es decir, las empresas frigoríficas (integradoras) concentran la producción de padres, pollitos bebé (bb), alimento balanceado, faena y comercialización.

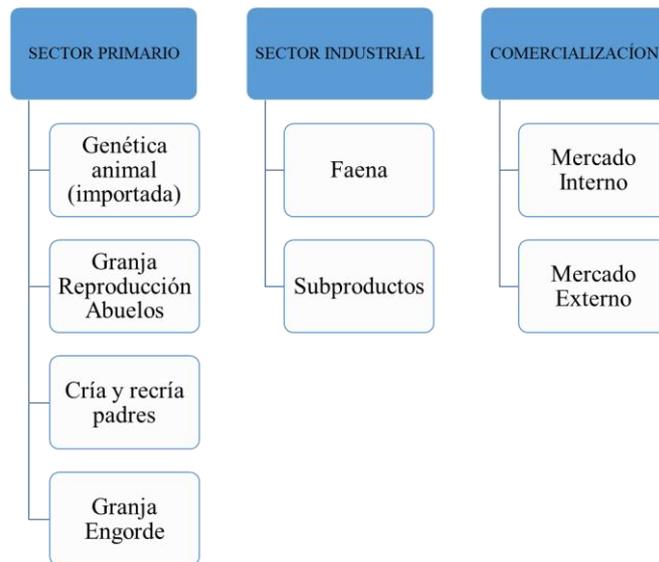


Figura 3: Eslabones productivos de un sistema de producción industrial.
Elaborado a partir de Informe de cadena de valor
Carne aviar - mayo 2019. ISSN 2525-0221.

La cadena se complementa con la fabricación del pienso², proceso que comienza con la recepción de las materias primas, maíz y soja, aditivos y otros ingredientes. En una primera etapa se realiza el tratamiento de las mismas, el cual involucra el desactivado³ de la soja, para posteriormente dar paso al secado de los granos. La segunda es la etapa de producción propiamente dicha. El alimento terminado es almacenado en tolvas, para luego proceder a la distribución entre las granjas (Ruhl, 2010; Maya Henao, 2016)

En el año 2022, la faena nacional en Argentina provino de establecimientos con habilitación de SENASA y alcanzó 751,3 millones de cabezas. La misma se distribuyó mayoritariamente en las provincias de Entre Ríos (48,1% del total), Buenos Aires (37,9%), Santa Fé (4,8%), Córdoba (4,3%), Río Negro (2,6%) y el resto entre Mendoza, Salta, Jujuy y La Rioja. En tanto que el consumo per cápita de carne aviar en Argentina representó el 45,72% del total consumido (Dir. de Porcinos, Aves y Animales de Granja – SSGyPA, 2022).

² Pienso=Alimento

³ Desactivado de soja: tratamiento de soja cruda mediante una cocción a vapor a una temperatura de terminada entre 110 - 120 °C tendiente a reducir los inhibidores de Tripsina, aumentando su valor de proteína soluble.

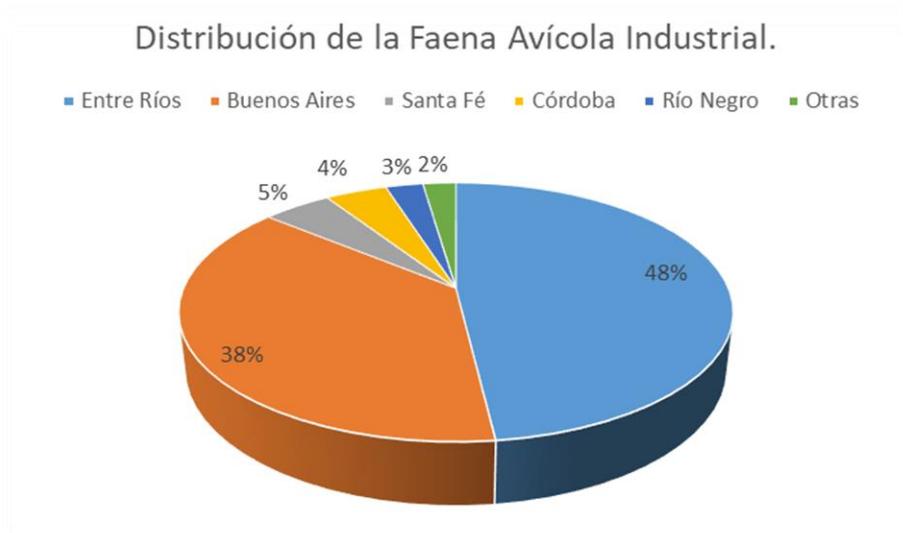


Figura 4: Distribución de la faena avícola industrial nacional.
En base a datos de la Dir. de Porcinos, Aves y Animales de Granja-SSGyPA,2022.

2.3.2 Avicultura Alternativa

La revolución productiva provocada por la avicultura industrial, a principios de la década del 60, combinada con la creciente conciencia ecológica y la preocupación por el bienestar animal, ha llevado a repensar los modelos de producción tradicionales. Por tanto, además de la avicultura industrial, nos encontramos con una avicultura alternativa, del tipo familiar, con objetivos de autogeneración de alimentos y venta de excedentes, comercializando productos diferenciados. Los mismos son conocidos en el territorio como sistemas en semicautiverio, orgánicos o con enfoque agroecológico (Dottavio & Di Masso, 2010b; Gange, 2022b). En la actualidad, estos sistemas representan una tendencia mundial creciente, con una imagen contraria a la producción intensiva y con la creencia de muchos consumidores de que la calidad y la seguridad de los alimentos se asocian al bienestar animal y a la alimentación que reciben (Briz, 2009).

La producción avícola alternativa difiere de los sistemas industriales en términos de manejo y recursos. Los productores pueden o no integrarse en organizaciones o cooperativas, pero la mayoría son independientes. Evitan tener aves en grandes galpones y densamente poblados. La producción se realiza en instalaciones familiares, y suelen utilizar genética desarrollada para los objetivos de producción que persiguen.

Bajo los sistemas de producción alternativos podemos encontrar modelos productivos que utilizan protocolos de crianza particulares y aquellos sistemas que no poseen protocolos de crianza, pudiendo entonces distinguir:

2.3.2.1 Sistemas de producción bajo protocolos de certificación.

- Pollo Campero INTA

El pollo campero es un ave destinada a sistemas productivos alternativos al modelo intensivo. Generalmente son los agricultores familiares quienes utilizan estas aves con el objetivo de disponer de una población doble propósito tanto de carne como de huevos, así como también disponer de animales rústicos, para ser utilizados en sistemas semiintensivos que preserven el bienestar animal (Canet *et al.*,2021).

La denominación corresponde a una “marca” creada por el INTA, desarrolladas por el Ing. Bonino, Alberto Terzaghi y el Dr. Oscar García, en la Estación Experimental del INTA Pergamino, (Dottavio & Di Masso, 2010), cuya modalidad de producción esta protocolarizada.

Aves de crecimiento lento, con plumaje distinto al blanco puro y piel amarilla, alimentadas al natural con el uso restrictivo de aditivos químicos permitidos, que se faena a los 75 días como mínimo (Canet et al., 2021; Granda Cuenca, 2017). Para su producción, se pueden utilizar los mismos galpones que para la cría de los pollos parrilleros, estructuras a dos aguas, de 10-12 metros de ancho, el largo depende de la cantidad de aves que se deseen criar, siendo recomendable una densidad de 8 a 10 pollos por m². Los laterales de las instalaciones están abiertos y no superan los 600 m². La cría se extiende hasta el día 35 y a partir del día 36, se inicia la recria con el acceso a parques contemplando unos 2 pollos/m², instalando en ellos comederos para estimular el ejercicio. (Canet &Terzaghi, 2009, como se citó en Granda Cuenca, 2017). Para la alimentación las fórmulas no deben superar el 18% de proteína y el 5% de grasa. Los alimentos permitidos incluyen: cereales y sus subproductos, granos de oleaginosas, aceites vegetales, derivados de la leche, harina de alfalfa, trébol, melaza, harina de carne y hueso. A partir de los 66 días y hasta la faena, se les debe suministrar alimentos del tipo terminador más cereales y continuando con el acceso al parque. El consumo promedio total es de 7,5 kg de

alimento balanceado y 2 kg de cereales por animal (Canet & Terzagui, 2009, como se citó en Granda Cuenca, 2017).

Tendiente a propiciar las condiciones de mayor bienestar animal, se aconseja la implantación de árboles que brinden abrigo y sombra.

En cuanto a los medicamentos, solo se pueden utilizar aquellos con autorización del SENASA⁴, administrados por un médico veterinario. No se pueden utilizar antibióticos como promotores de crecimiento, antioxidantes, agentes ligantes o colorantes sintéticos a excepción del uso de xantófilas naturales.

Por último y una vez alcanzado el peso de faena, la recolección y el transporte de los pollos debe ser lo menos agresiva posible. La faena se realizará en instalaciones habilitadas y entre la recolección y faena no deben superarse más de 3 horas.

La comercialización se realiza bajo una marca registrada.

- Pollo ecológico/orgánico

La producción orgánica argentina posee una historia corta y se remonta al año 1985. Son sistemas de producción que se basan en la aplicación de técnicas tendientes a mantener o aumentar la fertilidad del suelo y la diversidad biológica. Se prohíbe el uso de productos de síntesis química y organismos genéticamente modificados, sistemas que consideran la observación y conocimiento de los ciclos naturales de los elementos y de los seres vivos. *“La denominación de pollo ecológico u orgánico está extendida erróneamente a cualquier animal “criado a campo”. Si bien se podría coincidir que un animal desarrollado bajo esas condiciones sería un producto “ecológico”, para desarrollar una crianza ecológica y tipificar un pollo como tal se requieren otras condiciones”* (Ministerio de Agroindustria [s/f]. Manual de avicultura. https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/manual_de_avicultura_2oano.pdf)

La condición “orgánica” de un producto es un atributo de calidad, que garantiza que dicho producto se ha obtenido cumpliendo requisitos adicionales respecto de los exigidos para los productos convencionales, siendo reglamentados por la Ley Nacional 25127.

⁴ SENASA: Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria.

El SENASA es la autoridad competente en la fiscalización del cumplimiento de dicha normativa oficial sobre la totalidad del proceso productivo-comercial. A su vez, habilita a entidades certificadoras para el control de los operadores.

Florio (2018), señala que los puntos más importantes a considerar en dichos sistemas de producción son:

- La cría deberá llevarse adelante en instalaciones con espacios abiertos con vegetación y resguardos; al menos 1/3 de la superficie deberá estar techada, su piso tendrá que ser sólido y estar cubierto con materiales que actúen como cama para los animales. Los 2/3 restantes de la superficie deberán estar al aire libre para permitir el libre movimiento de los animales;
- Cada galpón puede albergar no más de 4.800 pollos;
- Al igual que en las crianzas intensivas, entre crianzas se deberá realizar el vacío sanitario correspondiente⁵;
- Queda prohibida la alimentación forzada. La misma deberá tener como objetivo satisfacer las necesidades nutricionales de los animales en sus distintas etapas de desarrollo. El alimento consumido por los animales debe ser 100 % certificado como orgánico y solo se podrá suministrar alimento orgánico de procedencia externa en hasta un 80% de la ración;
- El agua deberá estar disponible en forma abundante y ser de buena calidad;
- Se prohíbe el uso de antibióticos, medicamentos veterinarios alopáticos, el empleo de sustancias para estimular el crecimiento y el uso de hormonas;
- Se podrán aplicar tratamientos veterinarios en caso necesario, debiendo aislar a los animales.
- Los pollos deberán ser tratados respetando las reglas de bienestar y protección;
- La faena debe realizarse con técnicas que minimicen el sufrimiento del animal;
- Su tiempo de terminación es variable entre 75 y 90 días de acuerdo al protocolo, línea y esquema alimentario;

⁵ Vacío Sanitario: consiste en la limpieza y desinfección estricta de los galpones, para iniciar un nuevo ciclo de producción.

- Las explotaciones orgánicas deben cumplir todas las normas sanitarias vigentes para el control de enfermedades. El uso de vacunas está permitido, específicamente aquellas exigidas en los programas de erradicación de enfermedades.



Figura 5: Aves saliendo a recrearse en sistema de producción orgánico.

Tomado de: <https://supercampo.perfil.com/2019/11/así-es-la-única-granja-de-pollos-orgánicos-del-país/>
Consultado en marzo 2023.

2.3.2.2 Sistemas de producción sin protocolos de certificación

- Pollo de crianza natural o libres en pastura

Surgidos como una alternativa a las nuevas demandas de los mercados y se refiere a un producto que ofrece una opción diferente a los sistemas antes mencionados. Para su desarrollo se pueden utilizar pollitos de genética Campero INTA o pollitos parrilleros, aunque se prefiere la utilización de genética rústica de lento crecimiento.

La diferencia con los sistemas anteriores es que no requiere un sistema de manejo certificado, por lo tanto, el productor puede ir adaptando la producción acorde a los modelos anteriores según sus posibilidades.

Se llevan a cabo en establecimientos familiares de hasta 6000 aves faenadas por mes. La faena se realiza a los 60 a 70 días.

Dentro de esta categoría es posible reconocer establecimientos que realizan la crianza sobre estructuras fijas, que pueden ser galpones tradicionales, con un espacio abierto sobre los laterales del galpón para que las aves puedan recrearse y complementar su alimentación con pasturas o verdeos, con un mínimo de 6 hs de acceso a la luz del sol. Y aquellas crianzas que se realizan en estructuras móviles, donde van rotando a los animales en un cierto tiempo por pasturas o verdeos. En este caso, los pollitos bb están 20 días en un lugar con luces que reproducen el calor maternal para luego salir al campo y permanecer allí el resto del ciclo. Son conocidos como “chicken tractors”, y permiten producir tandas de 60 a 80 pollos, donde, en promedio se alojan 7 aves/m² (6 en verano y 8 en invierno). Estas estructuras móviles se apoyan sobre pasturas o verdeos y se rotan cada 5-7 días (Trevisi, 2021).



Figura 6: Chickens tractors.

Tomado de

<https://www.theprairiehomestead.com/2023/07/top-10-tips-for-building-a-chicken-tractor.html>

Consultado en abril 2024.

El 80% del alimento está representado por granos y/o alimento balanceado convencional⁶, en tanto que un 20% a 25% de la alimentación lo representa el forraje (Trevisi, 2021).

⁶ Convencional: granos producidos convencionalmente.

2.4 Análisis de ciclo de vida

La primera definición del ACV fue establecida por la Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC,1993): *“El análisis del ciclo de vida es un proceso objetivo para evaluar las cargas ambientales asociadas con un proceso, producto o servicio mediante la identificación y cuantificación de la energía y materiales consumidos y de los residuos generados al ambiente, para valorar el impacto de estos consumos y generaciones al ambiente y para evaluar e implementar mejoras ambientales. Este análisis incluye el ciclo de vida entero del proceso, producto o servicio, incluyendo la extracción y procesado de las materias primas: transformación, transporte y distribución; uso, reutilización y mantenimiento; reciclado y eliminación total”*.

De acuerdo al alcance y definición del estudio es posible encontrar los siguientes tipos de ACV:

- **De la puerta a la puerta (Gate to gate):** considera solamente las actividades/proceso productivo de la empresa a la que se aplica.
- **De la cuna a la puerta (Cradle to gate):** toma en consideración desde la extracción y acondicionamiento de las materias primas hasta el proceso productivo de la empresa.
- **De la puerta a la tumba (Gate to grave):** considera el proceso productivo de la empresa y abarca hasta la etapa de gestión de los residuos a los que da lugar el producto.
- **De la cuna a la tumba (from the cradle to the grave):** incluye todas las entradas/salidas de los procesos que participan a lo largo de su ciclo de vida.
- **De la cuna a la cuna (from cradle to cradle):** considera todo el ciclo de vida del producto, es decir desde la extracción y acondicionamiento de las materias primas hasta que el producto tras quedar fuera de uso es reintroducido en el sistema.

2.4.1 Normativa de referencia

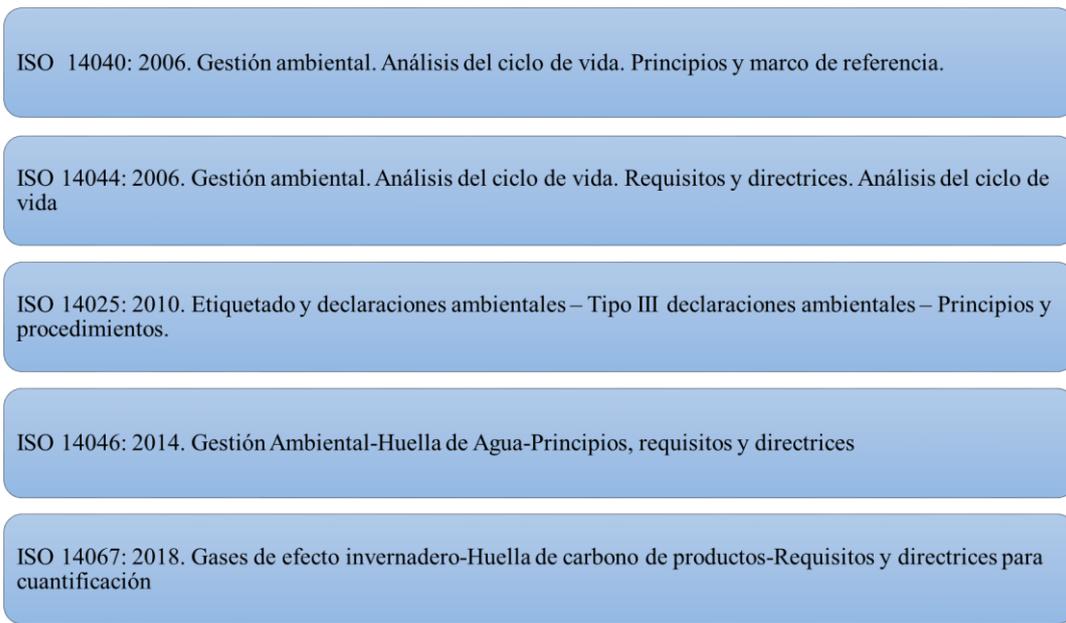


Figura 7: Normativa de referencia ACV.

Elaborado en base a: <https://www.tdx.cat/biststream/handle/10803/6827/04CAPITo13.pdf>

2.4.2 Breve reseña sobre los orígenes del análisis del ciclo de vida

El ACV es *“la recopilación y evaluación de las entradas, salidas y posibles impactos ambientales de un sistema o producto a lo largo de su ciclo de vida”* (ISO 14040,2006) y puede definirse como un método analítico (Chacón Vargas, 2008). Este estudio también se conoce como evaluación del ciclo de vida, nombre que fue adoptado por la comunidad internacional de expertos en la materia en 1991 (Werner, 2005 como se citó en Chacón Vargas, 2008).

Entre los hechos que propiciaron el nacimiento de este tipo de investigaciones podemos citar, la crisis del petróleo de principios de la década de 1970 y los documentos elaborados, por del Club de Roma y por la doctora Gro Harlem Brundtland, conocidos como *“Los límites del crecimiento”* y *“Nuestro futuro común”* respectivamente (Chacón Vargas, 2008). Su evolución histórica se puede dividir en dos etapas:

- Etapa 1 (desde los años sesenta hasta finales de los ochenta)

Los estudios comienzan en 1960 en Estados Unidos y se refieren al consumo de energía y sus efectos ambientales. Luego, con la crisis del petróleo, se realizaron estudios sobre

la gestión óptima de los recursos energéticos. Podemos citar como uno de los primeros estudios el de Harold Smith (1963), en el que se informó sobre la cantidad de energía necesaria para producir productos químicos o el realizado por The Coca Cola Company en 1969 con el objetivo de determinar la cantidad de energía, materiales e impactos ambientales asociados durante la vida útil de los envases (Chacón Vargas, 2008).

Mientras que, en Europa, Suiza fué el primer país donde se comienza a trabajar con ACV.

- Etapa 2 (desde los años 90 a la actualidad)

La misma comienza en los años 90 con la proyección a nivel internacional de la herramienta. El impulso fue motivado, en gran parte, por la promoción de políticas y programas en la Unión Europea.

En 1992 se crea la SPOLD (Society for the Promotion of LCA Development), conformada por grandes compañías europeas, tendiente a potenciar y normalizar el uso del ACV.

En Europa, Suiza lideró el desarrollo de bases de datos sobre ACV y, a principios de este siglo, desarrolló la base de datos Ecoinvent.

Holanda, en el año 1993, publica una metodología que supuso el inicio de la homogeneización de las metodologías de trabajo de ACV.

En 1993 se creó el Comité Técnico 207 (ISO/TC 207), con el objetivo de desarrollar normativas internacionales para gestión medioambiental.

A su vez la Asociación de Química y Toxicología Ambiental (SETAC) desarrolló el primer código de Código de Práctica para ACV (Código de práctica para la evaluación del ciclo de vida), dirigido a estandarizar la metodología a seguir, teniendo en consideración la ISO /TC207. El código de prácticas resultó una contribución importante para que la ISO desarrollara un estándar mundial para realizar dichos estudios.

Al igual que en Brasil, en Argentina existen pocas fuentes bibliográficas que ofrezcan de manera completa la trayectoria de aplicación de la metodología del ACV.

2.4.3 Etapas de desarrollo de un análisis de ciclo de vida

Las etapas metodológicas que debe contemplar el desarrollo del ACV de acuerdo con la norma técnica internacional ISO:14040 (2006) son cuatro. La conexión de estas cuatro fases permite la retroalimentación y ajuste del proceso según la Figura 8.

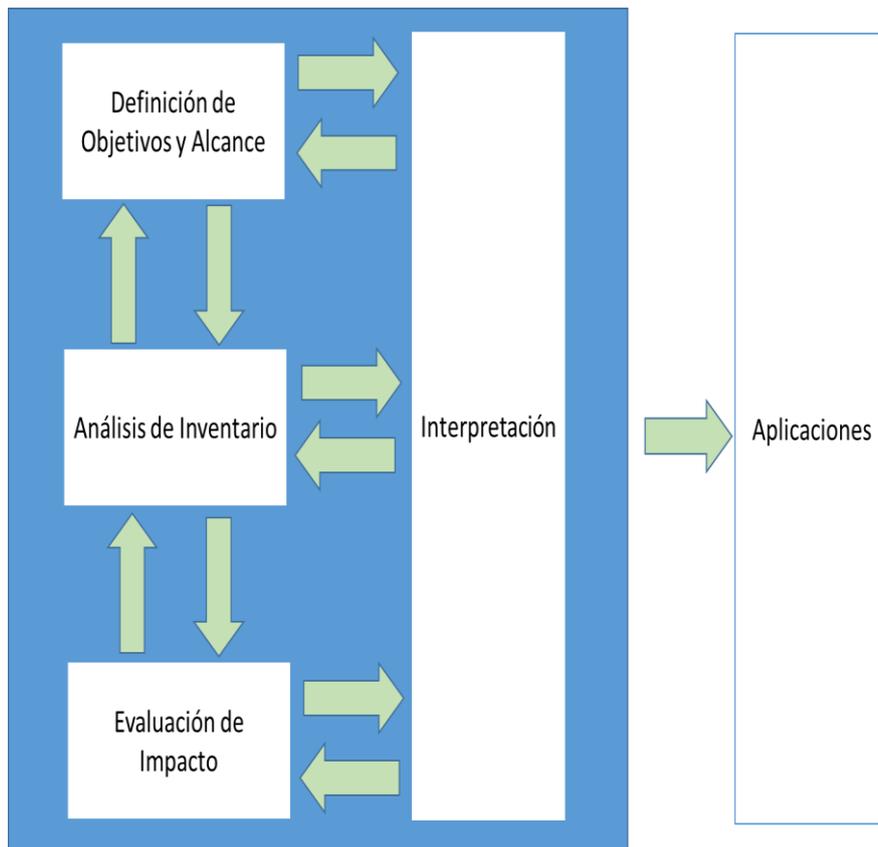


Figura 8: Marco referencial del ACV.

Elaborado en base a

https://portal.camins.upc.edu/materials_guia/250504/2013/Analisis%20del%20Ciclo%20de%20Vida.pdf

Consultado en marzo de 2023.

- Definición de objetivos y alcance

El primer paso para desarrollar un ACV consiste en definir los objetivos del estudio. Debe especificar el motivo detrás del trabajo y la información que el mismo obtendrá como resultado.

Debido a su naturaleza global, un ACV puede ser infinito y se deben poner límites a su alcance. Determinar el límite del sistema a estudiar es uno de los pasos críticos del ACV.

Al respecto, se deben considerar los siguientes aspectos para definir el alcance del estudio:

Función del sistema: descripción de las funciones que definen el sistema objeto de estudio.

Unidad funcional: especifica la base de cálculo para realizar el balance de materia y energía.

Límites del sistema: definición de que pasos del proceso y del sistema deben incluirse en el estudio, así como los criterios que se utilizarán para esa decisión y su compatibilidad con los objetivos del ACV.

Figura 9: Aspectos a considerar para definir el Alcance del estudio.
Elaboración propia.

- **Análisis de inventario (ICV)**

El análisis de inventario es el balance de materia y energía del sistema. Incluye la recopilación de datos y la realización de los cálculos apropiados para cuantificar las entradas (materias primas y fuentes de energía) y salidas del sistema en estudio (emisiones al aire, al agua y al suelo y productos) (Baumann & Tillman, 2004).

- **Evaluación de impacto de ciclo de vida (EICV)**

Proceso cuantitativo y/o cualitativo mediante el cual se describen y evalúan los impactos de las intervenciones ambientales identificadas en el inventario (Consoli, 1993, citado por García Martínez, 2019).

En esta fase se transforman los datos del inventario en resultados de naturaleza ambiental y cuenta con una serie de etapas como se puede observar en la Figura 10.

Clasificación de categorías de impacto

Existe una gran cantidad de categorías de impacto ambiental y la elección de un tipo u otro se realiza en función de los objetivos del estudio, el perfil y el nivel de precisión de los resultados requeridos. Los datos se asignan a cada categoría de impacto en función del impacto ambiental esperado.

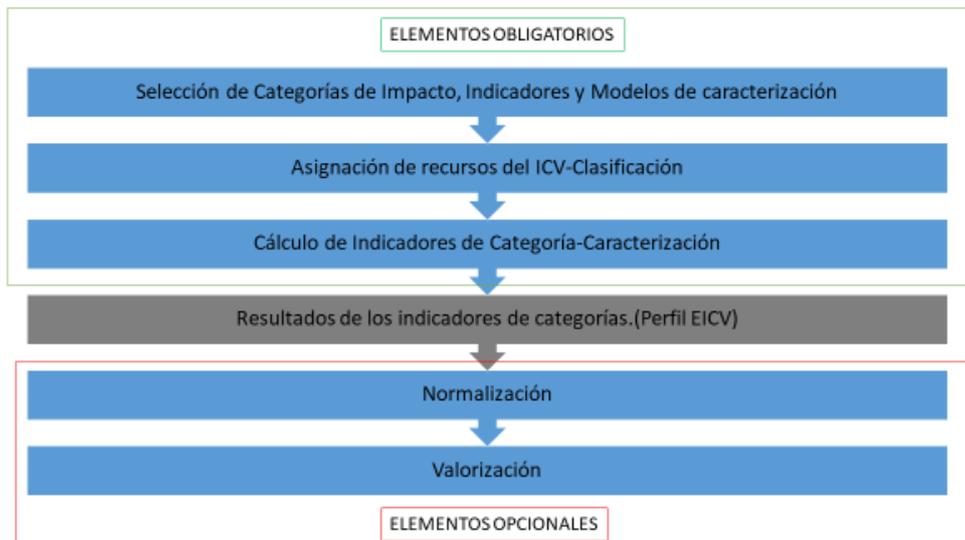


Figura 10: Elementos obligatorios y opcionales en la etapa de Evaluación del ACV (García Martínez, 2019).

Caracterización o “Modelización” de los datos del inventario

A cada sustancia del Inventario se asigna una o más categorías de impacto ambiental a través de la clasificación, para luego comparar su valor con respecto a la sustancia de referencia de dicha categoría. Para cada una de las categorías de impacto seleccionadas, mediante factores de caracterización, los efectos ambientales se convierten en unidades equivalentes.

Normalización, agrupación y ponderación

Etapas no obligatorias, su aplicación dependerá del objetivo y alcance del ACV.

Para llevar adelante las etapas antes mencionadas, existen diferentes metodologías. Estas se diferencian en las categorías que analizan, pudiendo encontrarnos entonces con metodologías de “midpoints”, las cuales definen el efecto ambiental sin identificar el daño que ocasionan al hombre y las de “endpoints” que identifican el daño que ocasionan a los seres humanos.

A continuación, se detallan algunas de las principales metodologías utilizadas para la “Evaluación de Impacto de Ciclo de vida”:

- CML-IA Baseline
- Ecological scarcity 2013
- EDIP 2003 (Environmental Design of Industrial Products)
- EPD 2018 (Environmental Product Declaration)
- ReCiPe 2016
- Otros

Estas metodologías están disponibles en el software de cálculo SIMAPRO. Este es un software de origen holandés desarrollado por PRé Consultants B.V, de carácter analítico y utilizado para medir la huella ambiental de productos y servicios. Cuenta con diversos métodos de cálculo de impactos, conforme a las directrices de las normas internacionales e incorpora las bases de datos más importantes, como Ecoinvent, ILCD, Agri-footprint, etc.

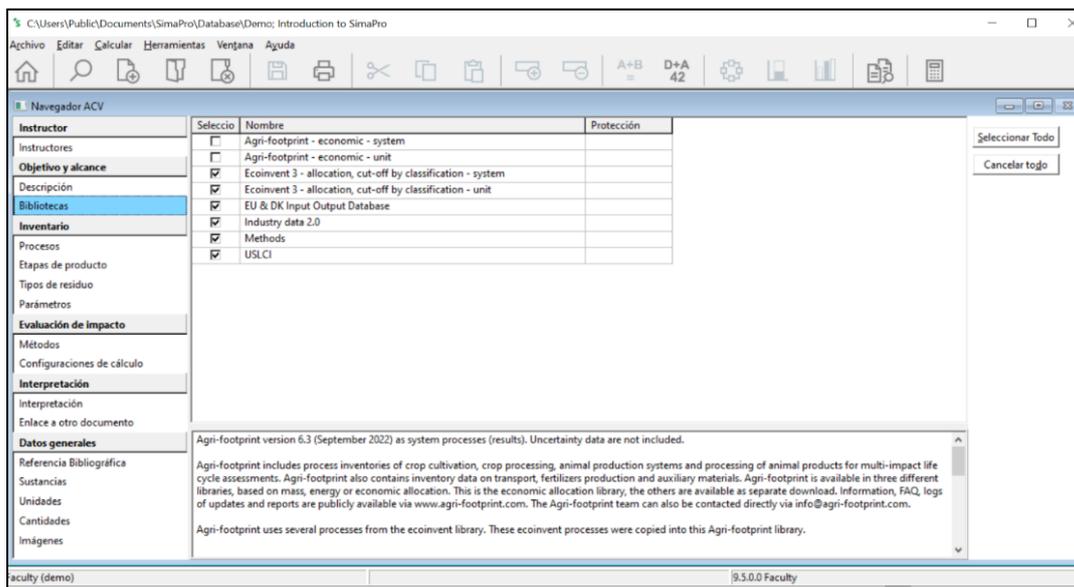


Figura 11: Bibliotecas disponibles en el software SimaPro.

- Interpretación

La etapa final y menos desarrollada de LCA es la evaluación de mejoras, que identifica y evalúa opciones para reducir el impacto ambiental o la carga del sistema en estudio.

2.4.4 Importancia de estos estudios

Los consumidores son cada vez más exigentes con la conservación de los recursos naturales y la protección del medio ambiente, así como con la calidad de los productos y servicios que reciben para proporcionar a nuestras generaciones futuras un entorno favorable para la sostenibilidad de la civilización. Por tanto, la industria se enfrenta al reto de producir alimentos de calidad y respetuosos con el medio ambiente.

El análisis del ciclo de vida (ACV) es un método que intenta identificar, cuantificar y caracterizar los diversos impactos ambientales potenciales asociados con cada etapa del ciclo de vida de un producto, proporcionando información. La información permite a los empresarios tomar decisiones para mejorar el desempeño ambiental de sus productos y/o servicios. El ACV no es solo una herramienta para proteger el medio ambiente y conservar los recursos naturales, sino también para reducir costos y mejorar la posición en el mercado (Romero Rodríguez, 2003).

2.4.5 Estudios ACV entorno al sector avícola

La producción ganadera tiene un gran impacto en el medio ambiente. Sin embargo, los estudios que evalúan el desempeño ambiental en la cadena cárnica, particularmente de la producción avícola, utilizando como herramienta el ACV, son escasos. A continuación, se hace mención de algunos de ellos:

En 2010, De Vries y De Boer, hicieron una comparación de 25 trabajos que utilizaron el ACV para analizar los distintos impactos ambientales de los productos ganaderos. Los resultados del trabajo se expresaron de tres maneras: por kg de producto, por kg de proteína y por kg de ingesta diaria promedio de cada producto para un país de la OCDE⁷ y las cadenas analizadas fueron, la porcina, bovina, aviar y láctea.

En el Reino Unido, Boggia *et al.*, (2010) realizaron una comparación del impacto ambiental generado por tres sistemas de producción avícola (convencional, orgánico y orgánico plus). Utilizaron para ello como herramienta el análisis de ciclo de vida bajo un enfoque de la cuna hasta la tumba. En tanto que, Leinonen *et al.*, (2012) realizaron un

⁷ Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos

análisis desde la cuna hasta la puerta tendiente a cuantificar las cargas ambientales por cada 1000 kg de carne de pollo, en los 3 principales sistemas de producción en el Reino Unido (convencional, libre a campo y orgánico).

Siguiendo con las comparaciones entre sistemas de producción, Da Silva Junior *et al.*, (2012) evaluaron la cadena de dos sistemas de producción de pollos, uno en Brasil, donde los animales eran alimentados con granos producidos localmente y otro en Francia, cuyos animales fueron alimentados con granos procedentes de Brasil. En la misma línea, Vamilson *et al.*, (2014) realizaron una comparación de dos sistemas de producción de pollos de engorde en Brasil y Francia. En Brasil compararon dos sistemas, uno a gran escala y otro a pequeña escala. En tanto que, en Francia, tomaron un sistema "Label Rouge" y otro estándar. El método utilizado en las evaluaciones de impacto fue el CML-IA. La unidad funcional adoptada fue 1 tonelada de pollo enfriado y envasado listo para su distribución.

En Australia, Bengtsson y Seddon (2013) realizaron un estudio de la cadena de producción, desde la cuna hasta el minorista, tendiente a dar respuesta a las inquietudes planteadas por un importante productor avícola del país.

En Portugal, González-García *et al.* (2014) realizaron un análisis desde la planta de incubación hasta la faena para identificar los puntos críticos del sistema de producción de carne de pollo.

Ya en 2015, Dubravka Skunca *et al.* realizaron una revisión de las evaluaciones ambientales publicadas en términos de cinco subsistemas principales en la cadena de carne de aves: granja avícola, matadero, procesamiento de carne, venta al por menor y consumo.

Mientras que Talayeh Kalhor *et al.* (2016) estudiaron el impacto ambiental de la producción de pollos de engorde en la puerta de la granja y la producción de carne de pollo en la puerta del matadero en dos épocas del año (verano e invierno).

En Italia, Cesari *et al.* (2017) hicieron una evaluación del impacto ambiental de un sistema de producción de pollos de engorde italiano, integrado verticalmente.

Weidemann *et al.* (2017) en consonancia con el trabajo realizado anteriormente por Bengtsson y Seddon (2013), hicieron un estudio de evaluación del ciclo de vida de la

producción de carne de pollo australiana. Se cuantificó el uso de recursos, los impactos ambientales generados e identificó los puntos críticos para la producción de carne.

López –Andrés *et al.* (2018) evaluaron el impacto ambiental de la producción de carne de pollo a partir de un caso de estudio mexicano. Utilizaron para ello un análisis de la cuna hasta la puerta del matadero.

A continuación, nos encontramos con trabajos como el de Duarte da Silva Lima *et al.* (2019) quienes realizaron un estudio cuyo objetivo fue evaluar la producción intensiva de pollos de engorde, en una granja moderna, tendiente a identificar las áreas críticas del proceso productivo.

Wicaksono y Kaswara (2021) utilizaron la metodología para hacer un análisis centrado del proceso de cría de pollos y de los desechos generados en el mismo.

En Finlandia, Usva *et al.* (2023) evaluaron el ciclo de vida de la producción de pollos de engorde para actualizar los datos de los impactos en el cambio climático y relevar los impactos en la escasez de agua.

En tanto que, en China, Cheng, *et al.* (2023) realizaron un análisis del impacto ambiental de la producción de carne de pollo desde la perspectiva de la evaluación de ciclo de vida.

Si nos centramos en el ámbito nacional, los estudios en particular en la cadena de producción avícola también son escasos. Se pueden mencionar como hitos relevantes, el año 2009, la creación de La Red Argentina de Análisis de Ciclo de Vida (RACV) que forma parte de la Red Iberoamericana de Ciclo de Vida (RICV). Esta red cuenta con el apoyo de la Iniciativa de Ciclo de Vida del Programa de Naciones Unidas para el Ambiente (PNUMA) y de la Sociedad de Ecotoxicología y Química Ambiental (SETAC) (Red Argentina de Análisis de Ciclo de Vida, s, f.).

En el 2019, el INTA creó una plataforma llamada “Análisis de Ciclo de Vida y Huellas Ambientales” en la cual se pretende abordar de manera nacional e integral la sostenibilidad de las cadenas agroalimentarias con estudios ACV, caracterizar los sistemas productivos ambientalmente, determinar las huellas ambientales, proponer mejoras y propuestas de economía circular (Bongiovanni & Hilbert, 2019).

También se puede mencionar los trabajos de Arrieta y González (2019) quienes realizaron un estudio analizando la producción porcina y aviar en la Argentina evaluando los impactos asociados a cada sistema de producción.

Por último, Echazarreta *et al.* (2022) estimaron la huella de carbono y la problemática de la escasez de agua de los sistemas de producción de pollos en Argentina.

CAPÍTULO 3

MATERIALES Y MÉTODOS

En el presente capítulo se describe la metodología de investigación utilizada, conforme a la ISO 14040/44 donde se establecen las etapas de un ACV.

Respetando lo antes mencionado y para una mejor comprensión, dicho capítulo se estructura en 4 Fases:

- Fase 1: se procedió a la definición del objetivo y el alcance del estudio, estableciendo las bases para realizar el análisis del inventario del ciclo de vida (ICV)
- Fase 2: Se procedió a la recopilación de información y elaboración de un inventario ambiental para su posterior análisis.
- Fase 3: se evaluó el impacto del estudio, definiendo las categorías específicas de impacto ambiental asociadas a los datos de inventario, así se identificaron los modelos de caracterización, factores de caracterización o unidades aplicadas. Se realizó una presentación de las principales características del software Sima Pro utilizado para la realización de este trabajo
- Fase 4: Se evaluó el desarrollo del inventario ambiental y los resultados en las diferentes categorías de impacto analizadas.

Durante la preparación del trabajo, se presentaron ciertos desafíos a saber:

- Declaración de Pandemia por Covid: debido a esta circunstancia, la recolección de datos primarios a través de una investigación a campo debió ser llevada adelante mediante entrevistas virtuales, utilizando para ello Google Meet, servicio de videotelefonía desarrollado por Google. Así resultó posible mantener reuniones con los profesionales, productores, instituciones de ciencia y técnica, cámaras y agrupaciones, etc.
- En principio, para este trabajo, se había definido estudiar una granja de producción orgánica certificada ubicada en la provincia de Buenos Aires. Se inició el contacto con el productor y la certificadora Food Safety SA, manteniendo diversas reuniones. Posteriormente, el productor desistió de colaborar con el trabajo de tesis. Cabe aclarar que para el contacto con el

productor se presentaron las debidas notas formales, las que incluyeron el ofrecimiento de la firma de un acuerdo de confidencialidad. No obstante, el productor desistió de participar. En consecuencia, se debió considerar para el estudio otra experiencia de producción alternativa, un sistema de producción alternativo-pollo campero INTA con sus características particulares, las que difieren en algunos aspectos en lo establecido en su protocolo.

- Exigua legislación y robustez de información estadística y general sobre los sistemas de producción alternativos en organismos competentes en la temática.
- Escasa sistematización de información productiva por parte de las experiencias relevadas lo que llevó, en algunos casos, a la estimación de ciertos datos y al uso de datos promedio.
- Sólo se pudo conseguir para el trabajo la licencia estudiantil del Software SimaPro, con las consecuentes limitaciones en alguno de sus apartados. La licencia es una versión básica de SimaPro disponible con fines académicos. Es una versión de usuario único que se puede instalar en múltiples PC y tiene la funcionalidad de crear modelos básicos de ACV.

FASE 1: DEFINICIÓN DE OBJETIVOS Y ALCANCE

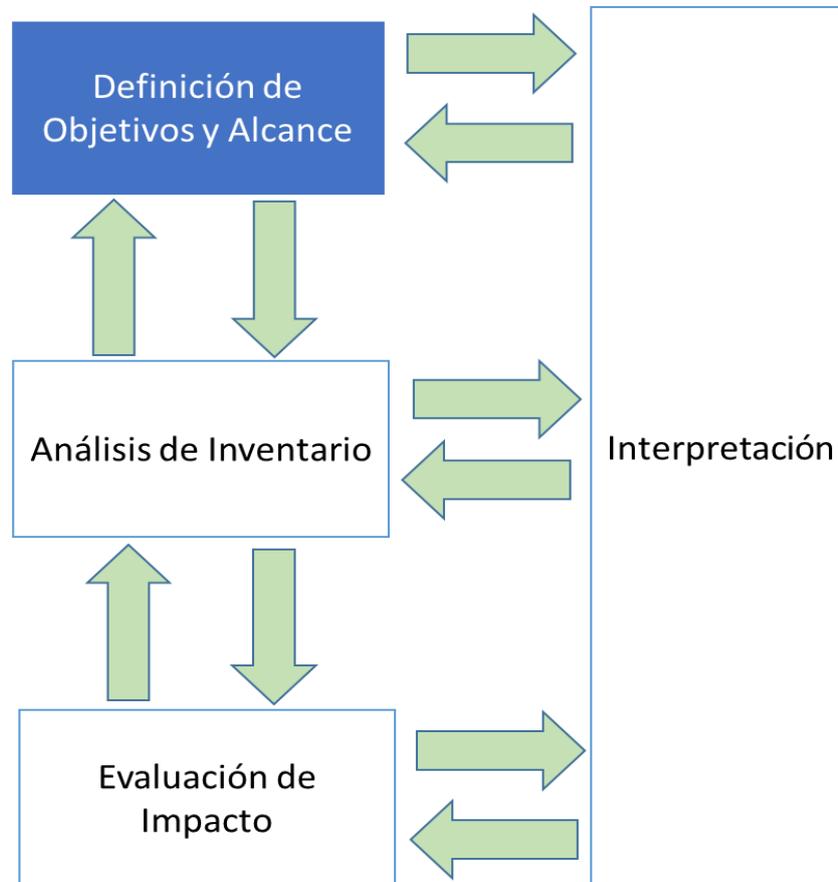


Figura 12: Fases del ACV-Definición de objetivos y alcance.

Elaboración propia en base a documento elaborado por la Universidad Politécnica de Cataluña-Barcelona https://portal.camins.up.edu/materials_guia

3.1 Objetivo

El objetivo de este trabajo fue la evaluación de aquellos posibles impactos ambientales atribuidos a la producción avícola. Para ello se consideraron dos sistemas de producción de carne aviar representativos, uno industrial y uno alternativo-pollo campero INTA. El trabajo presentó como finalidad identificar las actividades que generan los mayores impactos y con mayor potencial de mejora, contribuyendo así con elementos para apoyar la toma de decisiones encaminadas a la sostenibilidad del complejo.

3.2 Alcance

3.2.1 Unidad funcional

La unidad funcional considerada en el estudio fue la de 1 kg de carne de pollo, de acuerdo a las Reglas de Categoría de Producto (PCR) Meat of poultry (fresh, frozen or chilled) 2010:13 VERSION 3.0.1, a la salida de la granja con un ciclo de producción de 47 días en un sistema industrial y 75 días en el alternativo-campero INTA.

Las Reglas de Categoría de Producto, son documentos que definen los requisitos para la Declaración Ambiental de Producto (EPD) de una determinada categoría de producto. Esta es un documento verificado y registrado por terceros independientes que proporciona voluntariamente información objetiva y comparable sobre el impacto ambiental de un producto o servicio a lo largo de su ciclo de vida según la norma ISO 14025.

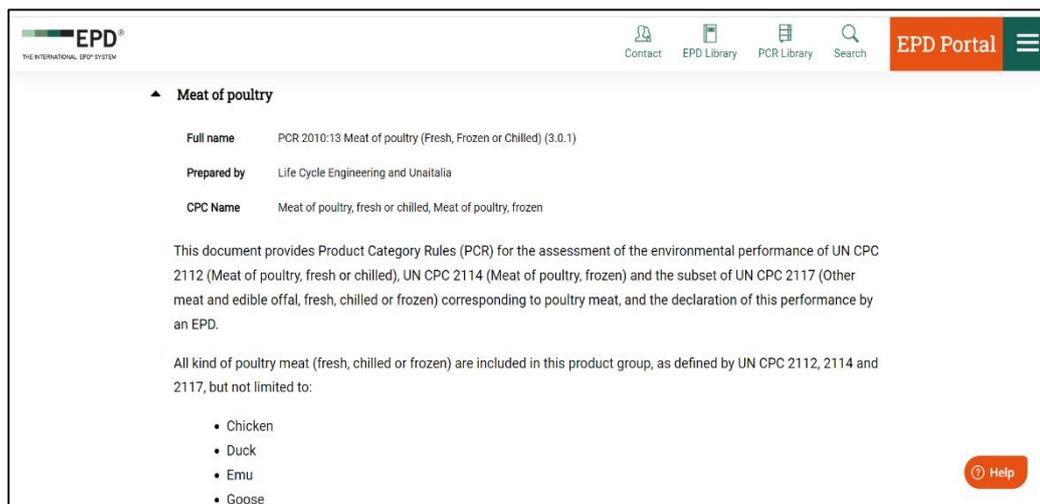


Figura 13: PCR 2010:13 Meat of poultry.

3.2.2 Límites del sistema

Los límites de los sistemas en estudio fueron seleccionados de tal forma que permitan examinar los impactos ambientales de la producción de pollos de engorde para dos sistemas de producción (Industrial y Campero INTA) y los elementos involucrados en el proceso dentro de la cadena utilizando un enfoque desde la cuna a la puerta de salida de la granja de engorde.

El estudio abarcó desde los insumos y emisiones generadas por la producción de maíz, soja y por la producción de alimentos balanceados para los pollos y reproductores. También se consideraron los insumos energéticos y materiales utilizados en la cría y recría, reproducción, incubación y engorde de los animales hasta la finalización de la crianza, como se puede observar en la Figura 14.

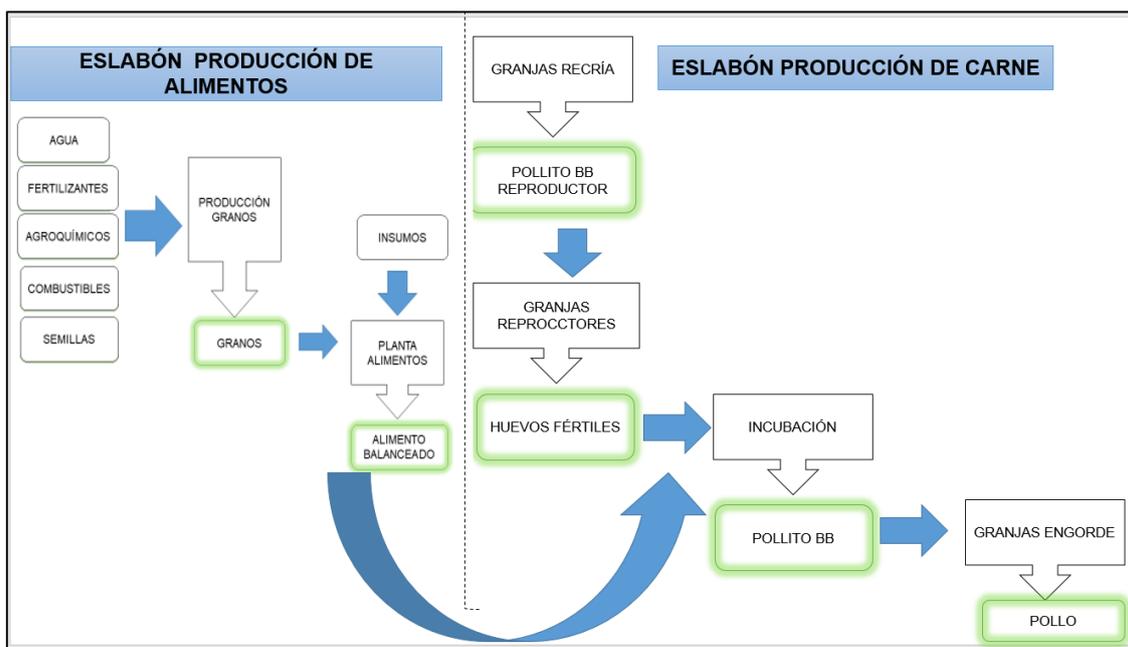


Figura 14: Límites del sistema. Elaboración propia

3.2.3 Límite temporal

Para el estudio se consideró como límite temporal, en la etapa de producción de granos, la información brindada por la Bolsa de Cereales de Buenos Aires correspondiente al ciclo productivo 2019-2020.

En tanto que, para la etapa de producción de carne, en el sistema industrial se consideró la información brindada por la empresa integradora, para el período 2020. En cambio, para el sistema alternativo-Campero INTA se trabajó con datos parciales de distintos años y con datos de origen bibliográfico, dado que la información disponible fue escasa.

3.2.4 Regla de exclusión

Debido tanto a la amplitud del alcance del análisis como la complejidad del relevamiento de información, para la implementación de la metodología fue necesario excluir procesos, a saber:

- Variación del stock de carbono en suelos debido a la gestión agrícola;
- Emisiones debidas al cambio de uso del suelo;
- Traslado y disposición final de los envases de agroquímicos;
- Transporte de los insumos desde donde son producidos hasta los campos;
- Impactos generados en las granjas de abuelos;
- Residuos sólidos generados;
- Los bienes de capital y obras;
- Olores ofensivos;
- Residuos generados por el deterioro de la maquinaria;
- Infraestructura y tecnologías de granjas/plantas de alimentos;
- Consumo de materiales como plástico, papel, cartón, residuos peligrosos, sustancias químicas utilizadas por el área de mantenimiento y la limpieza de baños;
- Emisiones generadas por el transporte de los empleados;
- Productos de uso veterinario, núcleos vitamínicos, aminoácidos y minerales por encontrarse por debajo de los criterios de corte;
- Insumos químicos requeridos en los procesos de desinfección y limpieza;
- Los consumos de agua diferenciados según invierno y verano no fueron considerados ya que no se pudo recolectar los consumos en el sistema de producción a Campero INTA;
- Efluentes asimilables a domiciliario;
- Lubricantes de las maquinarias agrícolas e industriales;
- En el sistema de producción alternativo-Campero INTA no se consideró el consumo de pasturas dado que, en el caso analizado, los animales no salían a recrearse. La alimentación se suplementaba con granos y residuos de huerta;
- En la etapa de producción agrícola para los granos de maíz y soja, no se contemplaron, en relación a la contabilidad del agua, los requerimientos hídricos por evapotranspiración (huella hídrica verde).

3.2.5 Cuestiones asumidas

- La producción de granos de maíz y soja fue modelada con información de la Bolsa de Cereales de Buenos Aires para 4 zonas del Relevamiento de Tecnología Agrícola Aplicada (ReTAA) de nuestro país (I, IIe, III y VIII). Se asumió la proporción de aporte de cada una según la producción total obtenida en la Campaña 2019/2020.
- Los fertilizantes y fitosanitarios se expresaron como el principio activo del formulado. El valor del mismo fue calculado según las especificaciones técnicas declaradas en los marbetes de las marcas comerciales más representativas del sector.
- En cuanto a los combustibles, se incluyeron las emisiones de GEI tales como dióxido de carbono, óxido nitroso y metano, asociadas a la producción y quema de estos insumos para las actividades de siembra, cosecha y aplicación de fertilizantes y agroquímicos.
- Los perfiles ambientales de producción de semillas de soja y maíz fueron extraídos de la base de datos EcoInvent.
- Para el cálculo de emisiones de los residuos de cultivo (soja y maíz) se consideró un clima intermedio, entre seco y húmedo (factor utilizado 0,12), lo que genera emisiones indirectas de óxido nitroso por lixiviación.
- Los minerales utilizados en la formulación de alimentos fueron representados por el perfil “cloruro de sodio”. En tanto que el componente “otros” (Detoxa plus, Di-Heptarine, Tierra Fuller, Px preiniciador) fué representado por el perfil “carbonato de calcio” debido a que no existen 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 consideró 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. Los fundamentos del manejo en el período de crianza fueron los mismos para ambos sexos y ambos sistemas.
- 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 y sobre material absorbente, en ambos sistemas.
- 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 consideraron 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.
- No se tuvieron en cuenta los impactos asociados al transporte de combustibles (leña, GLP, fuel oíl, etc.).
- La unidad utilizada para el transporte fue toneladas por km (tkm).
- En todos los casos donde se utilizó el servicio de transporte se consideró su retorno, si es vacío, como carga para el sistema en estudio, valor 2. Si, por el contrario, el transporte regresó con otra carga, para nuestro sistema en estudio se consideró un solo tramo, valor 1,5. En los casos en que resultaba aleatorio su regreso cargado o vacío, se consideró un porcentaje del retorno como carga al sistema en estudio, valor 1.
- Los perfiles ambientales extraídos de las bases de datos internacionales correspondieron a 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 los mismos como una de las condiciones para la selección.
- Los perfiles ambientales extraídos de bases de datos internacionales se elaboraron, en su mayoría, a partir de datos globales, los que incluyeron distintos componentes geográficos que los hacían representativos y con 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 de producción de pollos en estudio.
- El Factor de caracterización según el Método AWARE⁸ para las zonas ReTAA estudiadas fue de 0,3, encontrándose en cuencas hidrográficas con disponibilidad de agua.

3.2.6 Criterio de corte

Un criterio de corte es una indicación de la cantidad de materia o energía, o el nivel de importancia ambiental asociado con un proceso individual o sistema de producto que se excluirá del estudio.

Es importante señalar que los criterios de corte se eligieron con base en el propósito y el alcance del estudio y con base en exposiciones de menos del 1%.

⁸ El método AWARE (Available Water Remaining per Area in a watershed) es una métrica de la huella de agua que se utiliza para estimar la cantidad de agua disponible en un área después de satisfacer las necesidades de las personas y los ecosistemas acuáticos.

FASE 2: ANÁLISIS DE INVENTARIO DE CICLO DE VIDA (ICV)

En esta fase del estudio se realizó la identificación de todas las corrientes o flujos de materia y energía que conforman el ciclo de vida del producto en estudio, la recopilación de los datos y la realización de los cálculos adecuados para cuantificar las entradas y salidas del sistema estudiado.

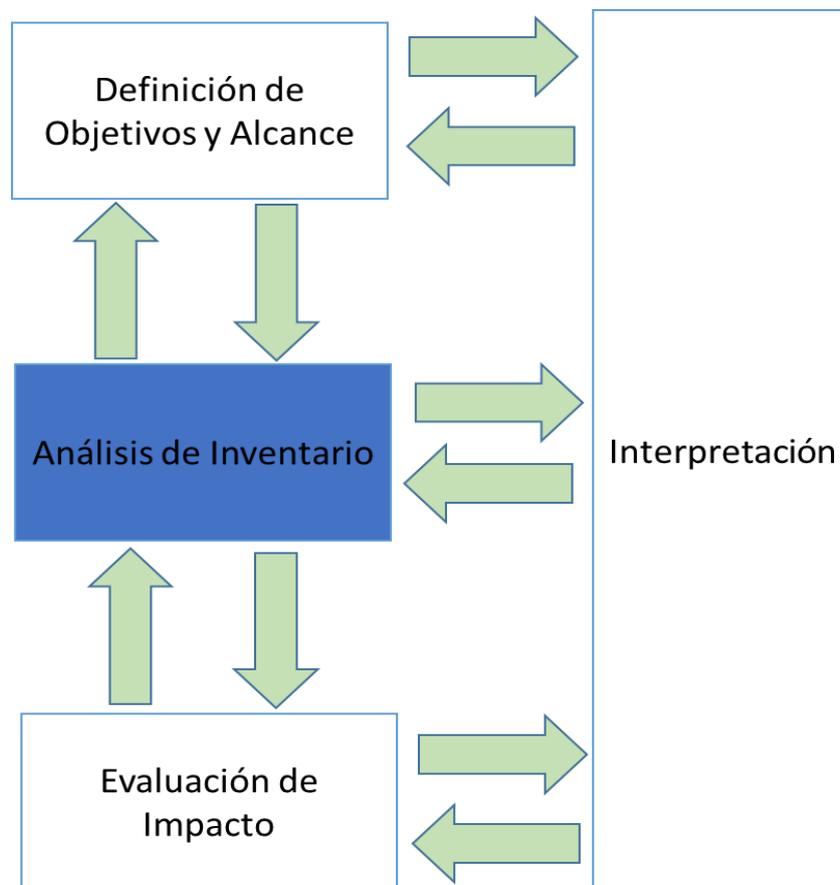


Figura 15: Fases ACV- Análisis de Inventario.

Elaboración propia en base a documento elaborado por la Universidad Politécnica de Cataluña-Barcelona https://portal.camins.up.edu/materials_guía.

3.3 Definición del sistema estudiado

Para comprender mejor los procesos, los sistemas de producción fueron divididos conceptualmente en dos grandes eslabones, el de producción de alimentos y el de producción de carne (Figuras 16 y 17 respectivamente). Ambos eslabones productivos del complejo son atravesados por el transporte.

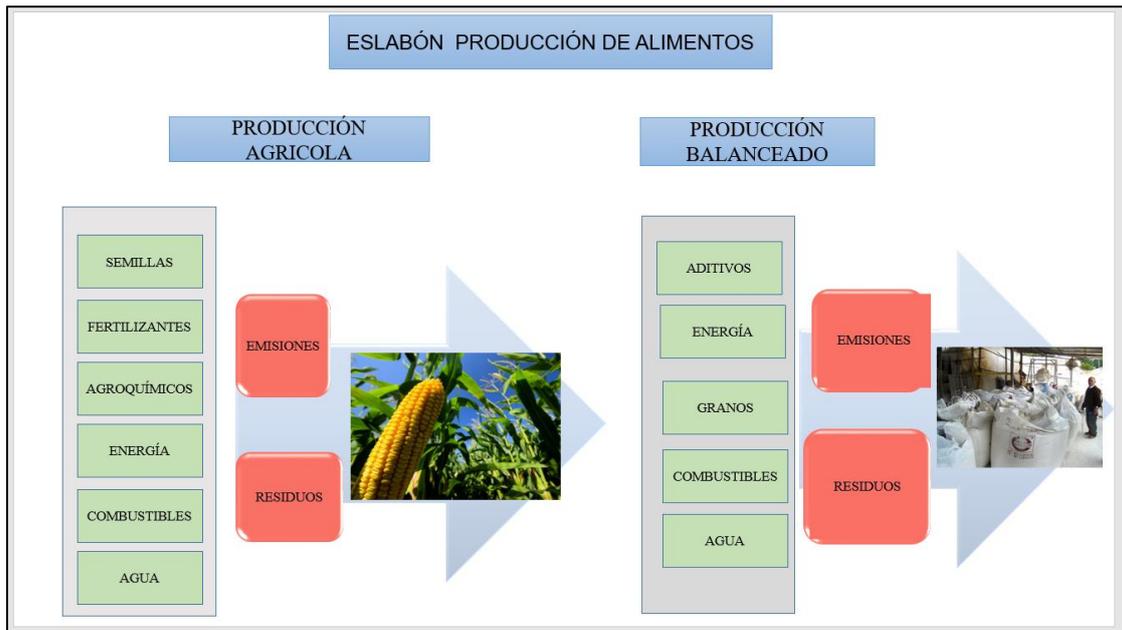


Figura 16: Componentes Eslabón Producción de Alimentos.
Elaboración propia.

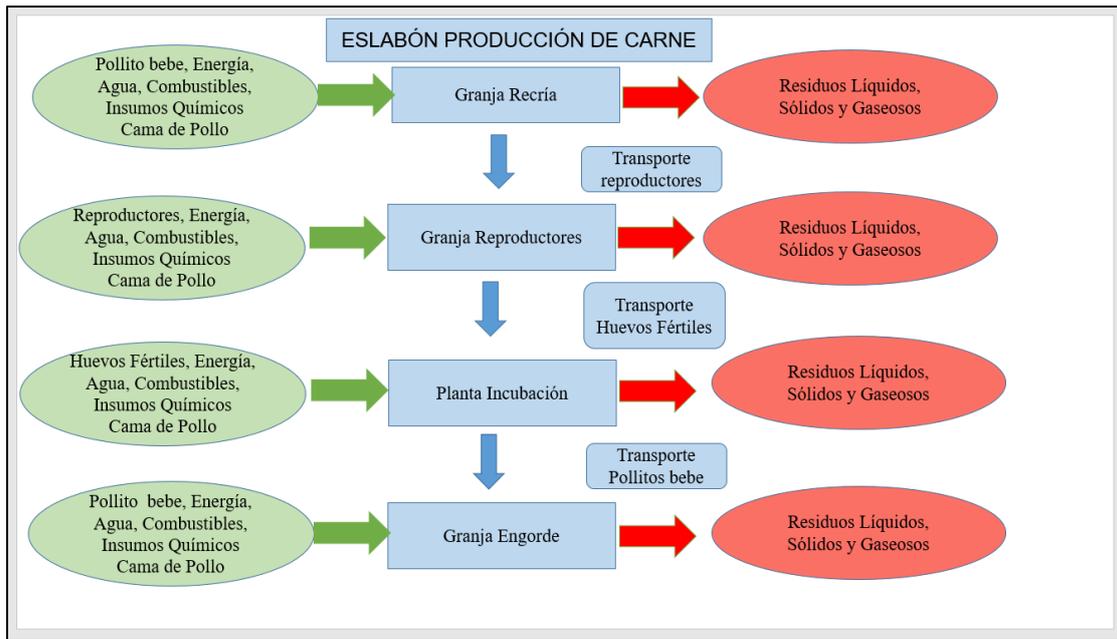


Figura 17: Componentes del Eslabón de Producción de Carne.
Elaboración propia.

3.4 Preparación para la recolección de la información

Se relevaron las normativas de referencia tales como ISO 14040 (2006), ISO 14041 (1998), ISO 14042 (2000), ISO 14043 (2000), ISO 14044 (2006) e ISO 14025 (2006).

Del mismo modo, se revisaron informes (MAGyP,2022) y tesis de posgrado (Ruhl, 2010; Palacios, 2003; Suárez Vera, 201; Núñez, 2018 y Paullan Huaraca, 2019) relacionadas con la problemática en estudio.

En base a la información secundaria se elaboraron conjuntamente con el director de tesis (Figura 18), cuestionarios tendientes a obtener los datos para construir los inventarios. Los mismos fueron estructurados en ocho apartados. En cada uno se recabó desde información general, de producción, alimentación, recursos utilizados, residuos y/o subproductos generados, hasta los datos de transporte. Los cuestionarios fueron enviados vía correo electrónico dado el contexto de pandemia.

Para el caso del sistema de producción industrial, los cuestionarios fueron remitidos al veterinario y a la referente del área de gestión ambiental de la empresa integradora. Una vez completos los mismos fueron devueltos conteniendo datos productivos promedios de la integración.

En tanto que, para el sistema de producción alternativo, los cuestionarios fueron enviados a los profesionales pertinentes de la experiencia productiva relevada y, a través de ellos, a un productor referente. Los datos de los cuestionarios fueron cotejados con información relevada por la autora de la tesis en su visita a la experiencia en años anteriores.

Tendiente a orientar a los entrevistados en cuanto a la significancia de la información solicitada para el estudio, se realizaron encuentros virtuales. Al finalizar el proceso de recolección se realizó una validación de los datos para asegurar la completitud y trazabilidad de la información.

Esto para lo que es la producción de carne, en tanto que, para la producción de granos, se solicitó vía nota formal a la Bolsa de cereales de Buenos Aires la información para los cultivos de Maíz y Soja para las zonas I, IIe, III y VIII.

CUESTIONARIO RELEVAMIENTO INFORMACIÓN			
-Nodo Cría y Recría			
			Cuestionario N° _____
<p>Buenos días/tardes, mi nombre es Natalia Almada, trabajo en la EEA Concepción del Uruguay Entre Ríos y me encuentro realizando mi trabajo final de tesis que lleva por nombre: "Evaluación del desempeño ambiental y alternativas de soluciones tecnológicas de los sistemas de producción avícola bajo un enfoque de análisis de ciclo de vida". Mi director de tesis es Mariano Minaglia. Su experiencia en el sector resultaría de mucha utilidad al trabajo. La información por Ud. brindada será mantenida en la más estricta confidencialidad y solo será utilizada con fines educativos. Desde ya agradezco su colaboración.</p>			
DATOS DE IDENTIFICACIÓN			
ENTREVISTADO			
Nombre y apellido:			
Domicilio:			
Teléfono:			
E-mail:			
I. DATOS GENERALES			
1. ¿Con Cuántos galpones destinados a la cría y recría cuenta?			
2. ¿Dónde se encuentran localizados?			
3. Detalle el manejo			
II. CARACTERÍSTICAS DE LA PRODUCCIÓN			
4. ¿Cuántas semanas aloja la gallina en el/los galpones de recría?		7. ¿Cuántos machos aloja por galpón?.....	
5. ¿Cuántos ciclos realiza al año?.....		8. ¿Cuál es el peso de la madre al llevarla a producción?.....	
6. ¿Cuántas madres aloja por galpón?.....		9. ¿Cuáles el peso del macho al llevarlo a producción?.....	
		10. ¿Qué % de mortandad de madres/ciclo maneja?.....	
		11. ¿Qué % de mortandad de machos/ciclo maneja?.....	
III. ALIMENTACIÓN DE LOS ANIMALES EN PRODUCCIÓN			
TIPO DE ALIMENTO	KG/ANIMAL		
IV. ENERGÍA CONSUMIDA (Marque según corresponda e indique unidad)			
• Eléctrica (en kwh)			
• Gas natural (en m3)			
• GLP (en m3)			
• Gas Oil (en m3)			
• Leña (en tn)			
• Otros			
V. AGUA CONSUMIDA			
12. ¿Cuál es el consumo promedio de agua de bebida por pollo al mes?			
13. ¿Tiene otros consumos de agua registrados? ¿Podría detallarlos?			
VI. DATOS CAMA DE POLLO			
14. ¿Cómo se compone la cama de pollo? Marque lo que corresponda			
• Cascara de Arroz			
• Viruta			
• Aserrín			
• Mezcla de varios materiales			
• Otros. Detalle cual			
15. ¿Qué porcentaje de la misma remueve entre ciclos de crianza?			
• 0			
• 50			
• 100			
16. ¿Cuántos kg de cama/pollo utiliza?			
VII. SUBPRODUCTOS Y/O RESIDUOS			
17. ¿Cuántas Tn/año genera de:			
• Guano			
• Cama			
• Madres muertas			
• Machos muertos			
• Huevos descarte			
• Otros			
VIII. DATOS DE TRANSPORTE ASOCIADOS			
• Transporte de planta de Balanceados a granjakm			
• Transporte de pollitos de planta de abueloskm			
• Transporte material para cama de pollokm			
Encuestador:		Fecha:	
Supervisor:		Fecha:	

Figura 18: Cuestionario de recolección de datos.

Complementariamente, se llevaron adelante los siguientes cursos:

- Curso virtual organizado por INTI-INTA “La estructura de la Huella de Carbono en Excel: de la recolección de datos al análisis de resultados”. 24 y 25 de noviembre de 2020.
- Curso Introducción al Pensamiento de Ciclo de Vida, Cursos de aprendizaje electrónico sobre el pensamiento del ciclo de vida, Life Cycle Initiative. 27 de noviembre de 2020.
- Curso “Introducción al Análisis de Ciclo de vida con SimaPro” IX International Conference on Life Cycle Assessment in Latin American. Cilca 2021
- Se participó en IX Encuentro Argentino de Ciclo de Vida y VIII Encuentro de la Red Argentina de Huella Hídrica - ENARCIV 2020-Online.

3.5 Recolección de datos e información procesada

3.5.1 Producción Agrícola

El modelo de producción para maíz y soja fue elaborado con datos publicados del Sistema de Recolección de Información de la Bolsa de Cereales de Buenos Aires (Informe ReTAA⁹). El período considerado fue 2019/2020 para ambos sistemas de producción. Dicha información fue complementada con archivos solicitados a profesionales de la Bolsa de Cereales de Buenos Aires.

Los datos de cultivos se consideraron para las zonas I, IIe, III y VIII. Las zonas consideradas corresponden a los lugares de donde provienen los granos para los sistemas relevados en el estudio. A modo ilustrativo se presenta el mapa de la zonificación ReTAA (Figura 20).

Como complemento, se solicitaron datos regionales a profesionales de INTA Concepción del Uruguay (D. Pinget; J.M. Orcellet; A. Rampoldi, comunicación personal, 31 de marzo de 2023). Además, se relevaron datos de la Revista Márgenes Agropecuarios para el período considerado en el estudio.

Con los datos recolectados se elaboró una tabla en Excel, como se puede observar en la Tabla 1.

⁹ Relevamiento de Tecnología Agrícola Aplicada

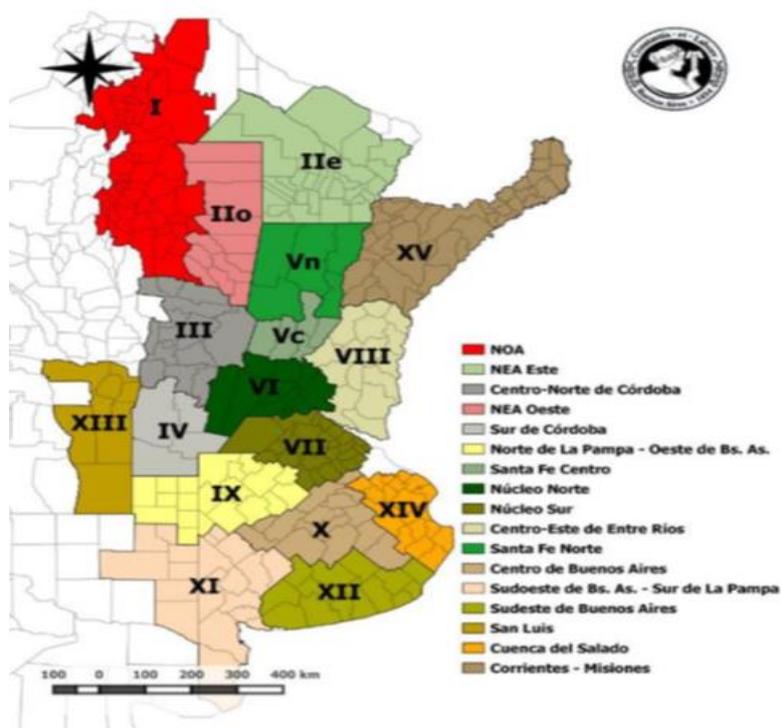


Figura 19: Zonificación ReTAA.
 Tomado de Metodología ReTAA, en
<https://www.bolsacereales.com/imagenes/MetodologiaReTAABC.pdf>
 Consultado marzo 2023.

Los promedios ponderados, calculados para el caso de los productos químicos utilizados para cada cultivo, fueron aproximados según el porcentaje de principio activo en cada formulación del producto utilizado.

Cultivo	UNIDAD	Maíz							
Campaña		2019-2020							
Provincia		Córdoba				Entre Ríos			
Zona ReTAA		III				VIII			
RUBROS/Variables									
Nivel Tecnológico		Bajo	Medio	Alto	Prom Pond	Bajo	Medio	Alto	Prom Pond
Adopción de Nivel Tecnológico	%	3%	73%	25%		0%	62%	38%	
SIEMBRA									
Adopción SD	%	98%	98%	98%		0%	76%	76%	
Adopción SC	%	2%	2%	2%		0%	24%	24%	
Densidad de siembra	pl/ha	61000.0	62130.0	61000.0	62434.9	0.0	65300.0	58000.0	62526.0
Semilla	Kg/ha	0.0	0.0	0.0	16.9	0.0	0.0	0.0	16.9
Nº de Pasadas Siembra	u/ha	1.0	1.0	1.0		0.0	1.0	1.0	
FERTILIZACIÓN									
Nitrógeno	kgN/ha	51.0	53.0	58.0	54.72	0.00	77.00	77.00	77.00
Fósforo	kgP/ha	5.0	9.0	19.0	11.47	0.00	16.00	18.00	16.76
Azufre	kgS/ha	0.0	3.0	4.0	3.19	0.00	2.00	0.00	1.24
Nº de Pasadas Fertilización	u/ha	5.0	4.0	3.0	3.82	0.0	5.0	5.0	5.0
HERBICIDAS									
Glifosato concentrado - Barbecho	l/ha	2.00	3.53	2.83	2.58	0.00	2.94	3.06	2.99
Glifosato concentrado - cultivo	l/ha	2.00	1.88	1.88	1.37	0.00	1.50	3.00	0.93
2-4D	l/ha	0.75	1.13	0.91	0.82	0.00	0.80	0.81	0.50
Dicamba	l/ha	0.00	0.30	0.25	0.28	0.00	0.18	0.16	0.17
Atrazina	l/ha	1.50	2.59	2.06	1.89	0.00	2.10	3.00	2.44
Acetoclor	l/ha	0.00	1.00	2.00	0.73	0.00	2.00	0.00	1.24
Glufosinato de amonio	l/ha	0.00	1.75	0.00	1.28	0.00	0.00	0.00	0.00
Metolaclor	l/ha	1.25	1.14	1.33	0.83	0.00	1.59	1.65	0.99
Isoxaflutole + Tiencarbazone	l/ha	0.00	0.35	0.31	0.26	0.00	0.31	0.31	0.31
Nicosulfurón	g/ha	0.00	50.00	0.00	36.50	0.00	0.00	0.00	0.00
Piclorám	l/ha	0.00	0.23	0.25	0.23	0.00	0.13	0.13	0.13
Flumioxazin	l/ha	0.00	0.15	0.11	0.11	0.00	0.00	0.00	0.00
Imazapir + Imazetapir (CL)	g/ha	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	114.00	114.00	114.00
Saflufenacil	g/ha	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	35.00	0.00	21.70
Topramezone	l/ha	0.00	0.10	0.10	0.07	0.00	0.00	0.11	0.00
Graminicida FOP	l/ha	0.00	0.27	0.10	0.20	0.00	0.00	0.25	0.10
Triquetona + S-metolacoloro	l/ha	0.00	0.96	0.96	0.70	0.00	0.94	0.88	0.58
Nº de Pasadas Herbicidas	u/ha	3.00	3.00	3.00	3.03	0.0	3.0	3.0	3.0
INSECTICIDAS									
Cipermetrina	l/ha	0.00	0.00	0.100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Lambdacialotrina	l/ha	0.00	0.00	0.105	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Clorpirifós	l/ha	0.00	0.00	1.00	0.25	0.00	0.75	0.00	0.47
Diamidas	l/ha	0.00	0.09	0.085	0.06	0.00	0.09	0.085	0.06
Nº de Pasadas Insecticidas	u/ha	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	1.0	1.0	1.0
FUNGUICIDAS									
Estrobirulina + Triazol	l/ha	0.000	0.51	0.533	0.37	0.0	0.0	0.0	0.0
Nº de Pasadas Fungicidas	u/ha	1.0	1.0	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Información Revista Márgenes Agropecuarios.

Gasoil	l/ha	Siembra directa + fertilización	5.59	5.59
		Pulverización terrestre	3.61	2.88
		Cosecha	8.44	8.44
		Camioneta para asesoramiento	0.37	0.37
		TOTAL (L/ha)	18.01	17.28

Tabla 1: Planteo maíz ReTAA.

RUBROS/Variables	UNIDAD	% Ppio activo	PROVINCIAS	
			Entre Ríos	Córdoba
SIEMBRA				
Semilla	kg/ha	100%	16.94	16.92
FERTILIZANTES				
Nitrógeno	kgN/ha	100%	77.00	54.72
Fósforo	KgP/ha	100%	16.76	11.47
pentóxido de fósforo - cal. del DAP	kgP ₂ O ₅ /ha	100%	38.55	26.38
Azufre	KgS/ha	100%	1.24	3.19
HERBICIDAS				
Glifosato concentrado - Barbecho	Kg/ha	54%	1.61	1.39
Glifosato concentrado - cultivo	Kg/ha	54%	0.50	0.74
2-4D	Kg/ha	59%	0.29	0.49
Dicamba	Kg/ha	58%	0.10	0.16
Atrazina	Kg/ha	90%	2.20	1.70
Acetoclor	Kg/ha	90%	1.12	0.66
Glufosinato de amonio	Kg/ha	20%	0.00	0.26
Metolcloro	Kg/ha	96%	0.95	0.80
Isoxaflutole + Tiencarbazone	Kg/ha	27%	0.08	0.07
Nicosulfurón	Kg/ha	4%	0.00	0.00
Piclorám	Kg/ha	6%	0.01	0.01
Flumioxazin	Kg/ha	48%	0.00	0.05
Imazapir + Imazetapir (CL)	Kg/ha	69%	0.08	0.00
Saflufenacil	Kg/ha	70%	0.02	0.00
Topramezone	Kg/ha	34%	0.00	0.02
Graminicida FOP	Kg/ha	54%	0.05	0.11
Triquetona + S-metolcloro	Kg/ha	96%	0.56	0.67
INSECTICIDAS				
Cipermetrina	Kg/ha	25%	0.00	0.00
Lambdacialotrina	Kg/ha	25%	0.00	0.00
Clorpirifós	Kg/ha	48%	0.22	0.12
Diamidas	Kg/ha	100%	0.06	0.06
FUNGICIDAS				
Estrobirulina + Triazol	Kg/ha	28%	0.00	0.10
Densidad				
Siembra directa + fertilización		85%	4.75	4.75
Pulverización terrestre			2.45	3.07
Cosecha			7.17	7.17
Camioneta para asesoramiento			0.31	0.31
TOTAL (Kg/ha)			14.69	15.31
Rendimiento 2019/20 (kg/ha)				
		0.01	6240	8610
PRODUCCIÓN 2019/20 (Mtn)				
			2,070,575	7,731,270
%				
			21.12%	78.88%

Tabla 2: Planteo final para el cultivo de maíz.

En el caso de los insumos utilizados en la producción agrícola, los agroquímicos se contabilizaron por su contenido de principio activo y, si la información no estaba disponible bajo esa forma, se incluyeron por su grupo de pertenencia según su acción (herbicida, fungicida, insecticida).

A continuación, se calcularon las emisiones por fertilización y residuos de cosecha. El modelo de cálculo fue consistente con las Directrices del IPCC para los

inventarios nacionales de gases de efecto invernadero (IPCC, 2006), versión revisada en 2019 (IPCC, 2019), en el Volumen 4, Capítulo N°11. Se siguió el método de Nivel 2 (TIER 2)¹⁰, en el que se usan las ecuaciones por defecto del IPCC, pero con factores de emisión específicos del país. El nivel 2 usa datos de actividad desagregados.

En el caso de los residuos de cultivos, se incluyeron las fuentes directas de emisión en las zonas consideradas en el estudio (I, IIe, III y VIII), y las fuentes indirectas de emisión por lixiviación, así como también, los efectos directos e indirectos por deposición atmosférica.

PROVINCIA		Entre Ríos	Córdoba
RESIDUOS DE COSECHA	CO₂ equivalente/ha	171	274
Rendimiento base húmeda (kg/ha)		2010	3230
Fracción de materia seca		0.87	0.87
Crop (kg DM/ha)		1749	2810
Direct emissions	N₂O (Direct) = N₂O (Direct) × N × 44/28	0.591	0.950
Ecuación 11,2	N ₂ O (Direct) - N = (F _{CR}) × EF ₂ EF ₂ = emission factors developed for N ₂ O emissions from synthetic fertiliser, organic amendments and crop residues (kg N ₂ O-N/kg N input)	0.376	0.605
		0.010	0.010
Ecuación 11,6	F _{CR} = [AGR × N _{AG} × (1 - Frac _{remove}) - (Frac _{burnt} × Cf)] + [BGR × N _{AG}] BGR = (Crop + AG _{DM}) × RS × Area × Frac _{renew} AG _{DM} = Crop × R _{AG} AGR (kg DM/año) = annual total amount of above-ground crop residue for crop N _{AG} (kg N/kg DM) = N content of above-ground residues for crop (Table 11,1a) Frac _{remove} Frac _{burnt} = fraction of annual harvested area of crop T burnt, dimensionless Cf = combustion factor (dimensionless) (refer to Chapter 2, Table 2,6) N _{AG} (kg N/kg DM) = N content of below-ground residues for crop (Table 11,1a) R _{AG} (kg DM/ha) = ratio of above-ground residue dry matter to harvested yield for crop (Table 11,1a) Area (ha/año) = total annual area harvested of crop Frac _{renew} RS (kg DM/ha) = ratio of below-ground root biomass to above-ground shoot biomass for crop (Table 11,1a)	38	60
		1030	1655
		3672	5901
		3672	5901
		0.008	0.008
		0	0
		0	0
		0	0
		0.008	0.008
		2.1	2.1
		1	1
		1	1
		0.19	0.19
Indirect emissions: leaching and run off	N₂O (I) = N₂O (I) × N × 44/28	0.05	0.09
Ecuación 11,10	N ₂ O (I) - N = (F _{CR}) × Frac _{LEACH} × EF ₅ Frac _{LEACH} EF ₅ = emission factor for N ₂ O emissions from N leaching and runoff (kg N ₂ O-N/kg N leached and runoff (Table 11,3)	0.03	0.05
		0.12	0.12
		0.0075	0.0075
FERTILIZANTE SINTÉTICO	CO₂ equivalente/ha	46.0	6.9
Total emisiones por aplicación de Fertilizante nitrogenado	kg CO₂ / ha	35.4	5.3
	F _{SN} (kg N/año) = annual amount of synthetic fertiliser N applied to soils	6.64	1.00
Direct emissions	N ₂ O (Direct) = N ₂ O (Direct) × N × 44/28	0.10	0.02
Ecuación 11,2	N ₂ O (Direct) - N = (F _{SN}) × EF ₂ EF ₂ = emission factors developed for N ₂ O emissions from synthetic fertiliser and organic N application (kg N ₂ O-N/kg N input)	0.0664	0.01
		0.010	0.010
Indirect emissions: leaching and run off	N₂O (I) = N₂O (I) × N × 44/28	0.01	0.00
Ecuación 11,10	N ₂ O (I) - N = (F _{SN}) × Frac _{LEACH} × EF ₅ Frac _{LEACH} = fraction of all N added to/mineralised in managed soils in regions where leaching/runoff occurs that is lost through leaching and runoff, (kg N/kg of N additions) (Table 11,3) EF ₅ = emission factor for N ₂ O emissions from N leaching and runoff (kg N ₂ O-N/kg N leached and runoff (Table 11,3)	0.01	0.00
		0.12	0.12
		0.0110	0.0110
Indirect emissions: volatilization	N₂O (ATD) = N₂O (ATD) × N × 44/28	0.02	0.00
Ecuación 11,11	N ₂ O (ATD) - N = (F _{SN} × Frac _{GASF}) × EF ₂ Frac _{GASF} = fraction of synthetic fertiliser N that volatilises as NH ₃ and Nox (kg N volatilised/kg of N applied) (Table 11,3) EF ₂ = emission factor for N ₂ O emissions from atmospheric deposition of N on soils and water surfaces, [kg N-N ₂ O/(kg NH ₃ -N + NOx-N volatilised)] (Table 11,3)	0.010	0.002
		0.15	0.15
		0.0100	0.0100
UREA equivalente aplicada	kg Urea / ha	14	2
Emisiones Directa por us:	Ecuación 11.13	kg CO₂ / ha	10.6
			1.6

Tabla 3: Cálculo de emisiones para el cultivo de soja en las provincias de Entre Ríos y Córdoba.

Una vez completos los inventarios de entradas y salidas de cada operación y etapas, se generó una base en Excel en donde desde el software SimaPro se extrajeron los procesos a partir de bases de datos de uso internacional (EcoInvent; Agryfootprint), acerca de las emisiones unitarias asociadas a cada una de esas entradas: insumos, materias primas, energía, etc., referidas a 1 kg, 1 L, 1 MJ o la unidad que corresponda.

En el Anexo I se puede apreciar las bases de datos de perfiles utilizados.

¹⁰ TIER: Nivel

3.5.2 Piensos

En cuanto a la elaboración de los piensos, tanto ingresos como egresos de materia y energía, se relevaron mediante los cuestionarios y entrevistas virtuales a los referentes de cada uno de los sistemas de producción evaluados. Se incluyeron las fuentes de impacto asociados a la producción y consumos de energía eléctrica, calorífica, agua y transporte del campo a la planta.

Al igual que en la producción de granos, con los datos relevados, se realizó una modelización del proceso, con entradas y salidas de las plantas de alimentos de los sistemas estudiados. A continuación, se muestra la modelización de la Tabla 4.

Categoría: Madres										
Tipos de Alimentos		Datos								
		Ingrediente	%	Tn	Kg					
AB N°1: Bebe Reproductor Primeras 4 semanas		Maiz	61.3	17	17164.00	88.59	2900	85	20.25	28
		harina de soja	34.2	10	9576.00					
		Afrechillo de Trigo	0.6	0.2	168.00					
		Carbonato de Calcio	0.82	0.2	229.60					
		Fosfato de Monocalcico	1.34	0.4	375.20					
		Sal Entrefina	0.35	0.1	98.00					
		Metionina Liq 88%	0.29	0.1	81.20					
		Premix	0.733	0.2	205.24					
				28	27897.24					

Tabla 4: Relevamiento de información según tipo de alimento formulado.

Con esta información, en archivo de Excel, cada uno de los insumos utilizados para elaborar el pienso fue correlacionado con los perfiles unitarios generados de acuerdo a la base de datos Ecoinvent. Esta es la base de datos de Inventario de Ciclo de Vida (LCI) más confiable y transparente que permite realizar evaluaciones ambientales de bienes y procesos.

3.5.3 Producción de carne

La información para un sistema de producción industrial se obtuvo de los registros de una empresa avícola del Departamento Uruguay de la provincia de Entre Ríos. Los valores informados son representativos del promedio, correspondientes al año 2020. El registro comprende la cría, recría, reproducción, incubación y engorde.

El ciclo comienza en las granjas de recría. Los pollitos reproductores bebes de línea genética ARBOR ACRES ingresan a las mismas, permaneciendo allí unas 20

semanas. A la semana 21 son trasladados a las granjas de reproducción y postura por unas 50 semanas para producir los huevos que darán origen a los pollitos bb para engorde. Una vez obtenidos los huevos, éstos son entregados a la Planta de Incubación donde permanecerán durante los 21 días que dura el proceso. Luego de nacidos los pollitos son transportados a las granjas de engorde y son mantenidos allí unos 47 días, llegando al peso promedio de las aves aptas para faena.

En cuanto a los alimentos producidos, la empresa cuenta con dos fábricas de Alimento Balanceado propias, con capacidad para producir 130000 toneladas anuales. Mensualmente se producen los siguientes tipos de piensos: Pre iniciador, Iniciador, Terminador, Retiro, bb reproductor, Recría, Prepostura y Fases I-II-III

Para un sistema de producción alternativo-Campero INTA se consideró como caso de estudio, una experiencia llevada adelante por productores familiares del norte de nuestro país, en la provincia de Misiones. Éstos se encuentran nucleados en dos organizaciones de pequeños productores, comercializando un producto diferenciado.

En esta experiencia se hicieron algunas adaptaciones del protocolo Campero INTA, de acuerdo a las posibilidades de los productores.

Los pollitos bb de reproductores, primera generación, son producidos en la unidad de producción de pollo campero, genética INTA en Pergamino, Buenos Aires. Los mismos se trasladan a Misiones, donde un productor se encarga de la cría, recría, reproducción e incubación. El productor cuenta con dos galpones para la recría de reproductores y otros dos, para reproducción. Son galpones pequeños de unos 50 m².

En cuanto a la incubación, la misma se realiza en una instalación de material, organizada en 4 subzonas:

- Zona para almacenamiento de huevos;
- Zona para incubación;
- Zona para nacimiento;
- Zona para vacunación.

Cuenta con dos incubadoras, una utilizada para incubación y la otra para nacimiento. Una vez nacidos los pollitos bb, éstos son adquiridos por los engordadores y los crían durante unos 75 días aproximadamente. Terminado el ciclo el productor realiza el vacío sanitario

y acondiciona las instalaciones, para reiniciar el ciclo de producción. Cada productor lleva a cabo unas cuatro (4) crianzas en el año y maneja cien a ciento cincuenta (100-150) pollitos por crianza.

Se utilizan galpones de plástico de cincuenta (50) m², con capacidad para alojar a cuatrocientas (400) aves, construidos sobre una estructura de madera de eucalipto con techo y cielo raso de polietileno de 500 μ. Las paredes poseen un zócalo de tejido de gallinero y cortinas con levante mecánico.

En cuanto a la alimentación de las aves, está basada en alimentos balanceados elaborados por una planta de alimentos de la organización. Hacia la finalización de la crianza, se incorporan, en una batea, maíz molido, mandioca molida, caña dulce molida y restos de la huerta.

La planta de alimentos balanceados de la organización tiene una capacidad de producción de 15.000 kg por mes. Está destinada al abastecimiento de los engordadores y al aprovechamiento de los granos producidos localmente. La experiencia del empleo de granos locales, de acuerdo a la información recabada, no resultó exitosa, por lo que la organización decidió adquirir granos en un acopio local, donde los granos provenían de zona I y IIe, según mapa del ReTAA. Mensualmente se elaboran los siguientes piensos: Iniciador, Terminador, Ponedoras cría, Ponedoras recria, Prepostura I-II-III y Postura.

Para el sistema de producción alternativo, ante la falta de información contemplada en los cuestionarios, ciertos datos fueron estimados. Los mismos fueron calculados en función de la cantidad de aves y de información publicada por organismos oficiales.

A continuación, en la Tabla 5 se resumen las principales características diferenciales entre los sistemas de producción considerados en este estudio.

	Sistema Industrial	Sistema Alternativo-Campero-INTA
Genética	Arbor Acres	Campero INTA
Densidad de aves (Aves/m²)	11	8
Granja de Cría y Recría (días)	141	144
Granja Reproductores (días)	295	385
Granja Engorde (días)	47	75
Alimentación	Balanceado	Balanceado+ granos
Cantidad Pienso (kg)	5	9
Acceso a parques con pastura	No	No
Luz Engorde	Artificial	Artificial + Natural
Cantidad Luz Artificial	Informados	Estimado
Gas	Informados	Estimado
Tecnificación	Alta tecnificación	Baja tecnificación
Agua	Pozo	Vertiente
Cantidad de Agua	Informados	Estimado
Cama de pollo	Cáscara de arroz	Viruta de pino/eucalipto
Residuos	Informados	Estimados

Tabla 5: Características de los sistemas de producción evaluados.

Para ambos sistemas, con la información recolectada, se calcularon las emisiones generadas en cada etapa de producción por la fermentación entérica, gestión de estiércoles y gestión de efluentes de la planta de incubación. Para los cálculos se utilizaron dos guías de referencia:

- Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC). Directrices del IPCC de 2006 para los Inventarios Nacionales de GEI
- FAO. 2016. Emisiones de gases de efecto invernadero y uso de energía fósil de las cadenas de suministro avícola: Pautas para la evaluación. <https://www.fao.org/3/i6421e/i6421e.pdf>

En cuanto a las emisiones generadas por la 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). Mientras que para la Alianza sobre evaluación ambiental y desempeño ecológico de la ganadería (LEAP), el metano entérico de las aves de corral varía de 0,015 g a 2 g de CH₄ / cabeza. En este caso de estudio se adoptó el valor

de 2 g de CH₄ / cabeza / ciclo productivo siendo este valor teórico el más conservador para el ambiente (FAO, 2016).

En el caso de la estimación de las emisiones de metano y óxido nitroso derivadas de la gestión del estiércol se determinó, en primer término, la masa de sólidos volátiles (VS) y de nitrógeno (N) contenidos en las excretas. Ambas se estimaron usando la información recopilada, la ingesta diaria de alimento y las propiedades de la dieta, o aplicando valores de excreción por defecto para las aves de corral informadas en las Guías del IPCC. En una segunda instancia, según las guías de referencia, se calcularon 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.

Para el cálculo de las emisiones generadas por los efluentes de las plantas de incubación, se utilizaron las *Directrices del IPCC 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, versión revisada en 2019 (IPCC, 2019)*, preestablecidas en su *Capítulo N°6: Tratamiento y eliminación de aguas residuales*.

3.6 Asignación de cargas ambientales

Cuando un sistema desarrolla más de una función o en el mismo, se elabora más de un producto, se deben distribuir los aspectos ambientales entre los productos que genera. En el caso de estudio, la atribución se realizó determinando el valor del producto y subproductos según el criterio de masa, este método divide las salidas de un proceso según la proporción de masa de co-productos generados, de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$f_x = \frac{m_x}{m_x + m_i}$$

Referencias

f_x : factor de asignación del recurso x

m_x : cantidad del recurso utilizado x, expresado en kg, m³, MJ.

m_i : cantidad del recurso utilizado i, expresado en kg, m³, MJ.

Sistema industrial

Granja Engorde

Producto	Peso kg	Cantidad (u)	Asignación masa (%)
Pollo	1	1	100

Tabla 6: Asignación de cargas ambientales-Engorde.

Incubación

Producto	Peso kg	Cantidad (u)	Asignación masa (%)
Pollito bb	0,01	0,364	100
Huevo Fértil	0,003	0,047	0

Tabla 7: Asignación de cargas ambientales-Incubación.

Granja de reproductores

Producto	Peso kg	Cantidad (u)	Asignación masa (%)
Huevo	0,033	0,559	63,9
Gallina	0,017	0,0041	33
Gallo	0,002	0,0004	3,1

Tabla 8: Asignación de cargas ambientales-Reproductores.

Granja de cría y recría

Producto	Peso kg	Cantidad (u)	Asignación masa (%)
Gallina/Gallo		0,005	100

Tabla 9: Asignación de cargas ambientales- Cría y Recría.

Sistema Alternativo-Campero-INTA

Granja Engorde

Producto	Peso kg	Cantidad (u)	Asignación masa (%)
Pollo	1	1	100

Tabla 10: Asignación cargas ambientales de sistema de producción alternativo –Engorde.

Incubación

Producto	Peso kg	Cantidad (u)	Asignación masa (%)
Pollito bb	0,017	0,424	100
Huevo Fértil	0,003	0,058	0

Tabla 11: Asignación cargas ambientales de sistema de producción alternativo –Incubación.

Granja de reproductores:

Producto	Peso kg	Cantidad (u)	Asignación masa (%)
Huevo	0,0292	0,487	59,9
Gallina	0,0162	0,004	33,3
Gallo	0,0033	0,001	6,8

Tabla 12: Asignación cargas ambientales de sistema de producción alternativo –Reproductores.

Granja de cría y recría

Producto	Peso kg	Cantidad (u)	Asignación masa (%)
Gallina/Gallo		0,004	100

Tabla 13: Asignación de cargas ambientales de sistemas de producción alternativo - Cría y Recría.

FASE 3: EVALUACIÓN DE INVENTARIO DE CICLO DE VIDA (EICV)

Es la etapa en la que resulta posible calcular el impacto ambiental sobre la base de los resultados del análisis de inventario. En esta fase, los resultados del inventario se convierten en categorías de impacto.

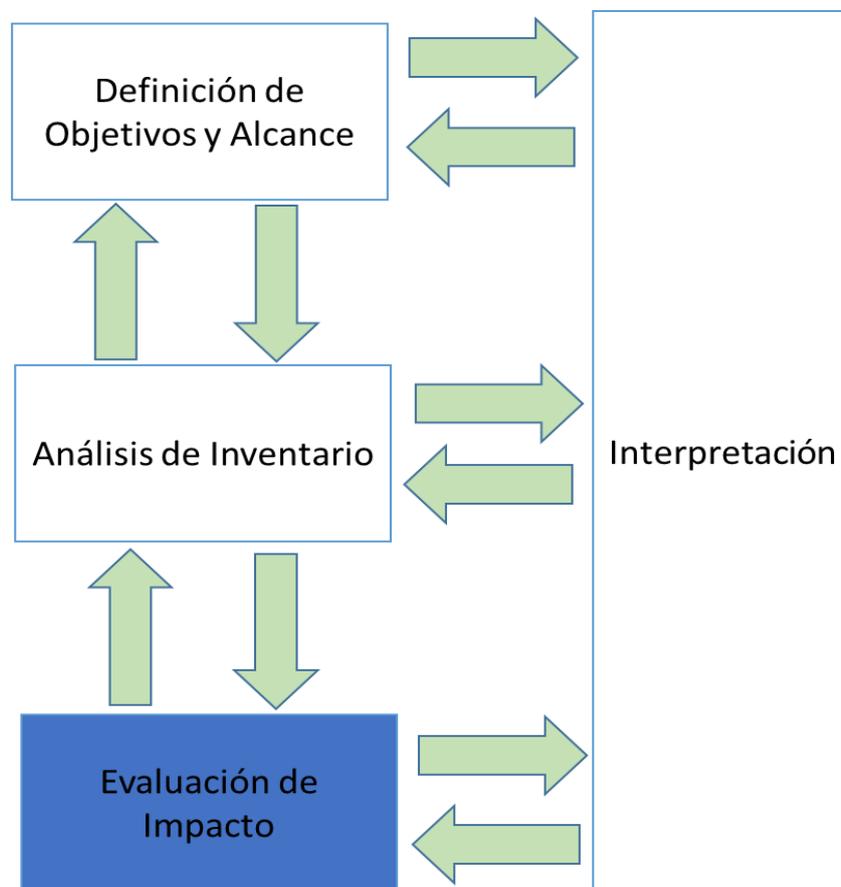


Figura 20: Marco referencial ACV-Análisis/Evaluación de Inventario.

Elaboración propia en base a documento realizado por la Universidad Politécnica de Cataluña-Barcelona, https://portal.camino.upc.edu/materiales_guía

El método de evaluación que se utilizó para este estudio fue la Environmental Product Declaration (EPD 2018) o Declaración Ambiental de Producto en castellano. Estas son documentos fundamentados en las directrices ISO (ISO,14025; ISO, 21930; ISO, 15804). Son una Ecoetiqueta de tipo III que aporta información cuantitativa de los

impactos ambientales de un producto a lo largo de su ciclo de vida. El EPD 2018 es un método sucesor del EPD (2013) disponible en el software de cálculo SIMAPRO.

En el estudio se siguieron las dos fases obligatorias: clasificación y caracterización.

Una vez definidas las fases del producto se procedió con la introducción del sistema global de ciclo de vida donde se especificó el montaje de las fases de producto, los procesos para ello y los escenarios de residuos y disposición. Finalmente se eligió la metodología de cálculo y se procedió con el mismo. SimaPro ofrece la posibilidad de obtener los resultados en gráficos, listados de Excel o árboles que permiten visualizar de forma gráfica las redes del sistema estudiado. En el caso de este trabajo de tesis, los resultados fueron tomados del inventario y organizados en una planilla de Excel, para cada una de las categorías de impacto consideradas en la metodología elegida.

Las categorías de impacto utilizadas por el mencionado método y para este estudio se describen en la Tabla 14.

CATEGORIA DE IMPACTO	OBSERVACIONES
Potencial de Calentamiento Global o Global Warming Potential (kg CO₂ eq) GWP100	Cuantifica los efectos del cambio climático resultantes de la emisión de principalmente metano (CH ₄), dióxido de carbono (CO ₂), óxido nitroso (NO _x), clorofluorocarbonos (CFC), hidrofluorocarbonos (HFC) y hexafluoruro de azufre (SF ₆), causantes del incremento de la temperatura del planeta. Se puede calcular utilizando escalas de tiempo de 20, 100 o 500 años. En el presente estudio se aplica la escala de tiempo de 100 años.
Acidificación potencial o Acidification Potential (kg SO₂ eq)	Categoría de impacto que aborda los impactos causados por sustancias acidificantes en el medio ambiente. Las emisiones de NO _x , NH ₃ y SO _x conducen a la liberación de iones de hidrógeno (H ⁺) cuando los gases se mineralizan. Los protones contribuyen a la acidificación de los suelos y del agua cuando son liberados en áreas donde la capacidad de amortiguación es baja.

Eutrofización potencial o Eutrophication Potential (kg PO₄⁻³ eq)	<p>Impacto potencial en los ecosistemas terrestres o acuáticos debido al aporte de macronutrientes como el nitrógeno (N) y fósforo (P).</p> <p>Se declaran tres indicadores diferentes del Potencial de eutrofización (PE):</p> <p>PE de agua dulce acuática, modelo EUTREND, EN 15804. Versión: agosto de 2021</p> <p>PE acuático marino, modelo EUTREND EN 15804. Versión: agosto de 2021.</p> <p>PE terrestre, superación acumulada, EN 15804. Versión: agosto de 2021.</p>
Formación fotoquímica de Ozono o smog fotoquímico/Potential for formation of Photochemical Oxidants (kg NMVOC eq)	<p>Los Compuestos Orgánicos Volátiles distintos al Metano, son compuestos formados principalmente por hidrocarburos a los que se les une alguno de los siguientes grupos químicos: alcoholes, aldehídos, alcanos, aromáticos, cetonas y derivados halogenados.</p> <p>En la naturaleza, la principal fuente de emisión de los COVDM proviene de la vegetación, de hecho, el olor asociado de algunas coníferas forestales se debe a la emisión de estas sustancias.</p> <p>Como fuentes antropogénicas destacan el sector transporte y los procesos de combustión para generar energía, pero la principal fuente proviene de disolventes, pinturas y aerosoles, aproximadamente el 24 % de las emisiones producidas.</p>
Potencial de agotamiento de Elementos Abióticos o Depletion Potential of Abiotic Elements (kg Sb eq)	<p>Mide el agotamiento de los recursos minerales no renovables.</p> <p>Se expresa en relación con la ratio de antimonio mineral (SB).</p>
Potencial de Agotamiento de recursos abióticos-Combustibles Fósiles o Depletion Potential of Abiotic Resources-Fossil Fuels (MJ eq)	<p>Extracción de combustibles fósiles expresado en mega julios.</p>
Huella de Agua o Water Footprint due to scarcity (m³ H₂O eq)	<p>Método AWARE (Available Water Remaining) Grupo WULCA.</p> <p>Este método se utiliza como un indicador de punto medio del uso del agua. Representa el agua disponible relativa restante por área en una cuenca, después de que se haya satisfecho la demanda de los seres humanos y los ecosistemas acuáticos.</p>

	<p>Evalúa el potencial de privación de agua, ya sea para humanos o ecosistemas, partiendo de que cuanto menos agua quede disponible por área, más probable será que otro usuario se vea privado. Este método tiene Factores de Caracterización (FC) regionalizados pudiendo afectar los resultados del análisis de inventario de ciclo de vida a la región correspondiente. Para nuestro estudio se utilizó en FC 0,3.</p>
<p>Adelgazamiento de la capa de ozono / Ozone Layer Depletion (kg CFC⁻¹¹ eq)</p>	<p>Es un número que se refiere a la cantidad de destrucción de ozono estratosférico causado por una sustancia.</p> <p>Es la razón entre el impacto sobre el ozono causado por una sustancia determinada y el impacto causado por una masa similar de CFC⁻¹¹</p>

Tabla 14: Categorías de impacto analizadas.

Según se indicó previamente, una vez confeccionados los inventarios, se asociaron las cantidades utilizadas de cada “entrada” a sus emisiones unitarias, obteniéndose el impacto para cada uno de los elementos del inventario. Así, por ejemplo:

$$ADP = \sum Fi mi$$

Referencias

ADP: Agotamiento de los recursos abióticos,

Fi: factor de caracterización del recurso,

mi: cantidad del recurso utilizado, expresado en kg, m³, MJ.

A continuación, en las Tablas 15 y 16, se pueden ver las evaluaciones para cada uno de los sistemas estudiados.

INVENTARIO										
GRANJA	Cantidad	Unidad	kg CO₂ eq	Kg SO₂ eq	Kg PO₄³⁻---eq	Kg NMVOC	Kg Sb eq	Mj eq	m³eq	Kg CFC⁻¹¹ eq
Salidas Productos y Subproductos										
Pollo vivo	1.00	kg	1.1831	0.0214	0.0111	0.0557	0.0137	10.2816	0.2907	0.0002
Salidas: Residuos, emisiones y efluentes	3.00	kg/pollo								
Pollos muertos	0.03	pollo								
Emisión de fermentación entérica y gestión del estiércol			0.0497	0.0000	0.0040	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Cama de pollo	0.31	kg								
Entradas										
AB N°1 Pre iniciador	0.13	kg	0.0347	0.0001	0.0000	0.0001	0.0007	0.3876	0.0105	0.0000
AB N°2 Iniciador	0.55	kg	0.1429	0.0005	0.0001	0.0005	0.0032	1.5799	0.0456	0.0000
Alimento Balanceado N°3:TERMINADOR	0.80	kg	0.2122	0.0007	0.0002	0.0009	0.0051	2.3528	0.0683	0.0001
Alimento Balanceado N°4: RETIRO	0.55	kg	0.1465	0.0005	0.0002	0.0005	0.0035	1.6179	0.0476	0.0000
Energía Eléctrica media red AR	0.07	kwh	0.0281	0.0001	0.0000	0.0001	0.0000	0.4059	0.0319	0.0000
GLP	0.03	kg	0.1086	0.0001	0.0000	0.0002	0.0000	1.4536	0.0005	0.0000
Gas oil (lt)	0.00	litros	0.0220	0.0002	0.0000	0.0002	0.0000	0.2784	0.0017	0.0000
Consumo de agua de bebida VERANO	0.01	m ³	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0021	0.0000
Consumo de agua de bebida INVIERNO	0.00	m ³	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0011	0.0000
Consumo agua aspersores	0.00	m ³	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0005	0.0000
Consumo agua paneles evaporativos	0.00	m ³	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0003	0.0000
Consumo de agua desinfección galpones	0.00	m ³	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Cama de pollo aserrín	0.07	kg	0.0025	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0292	0.0004	0.0000
Cama de pollo cáscara de arroz	0.31	kg	0.2642	0.0003	0.0010	0.0002	0.0000	0.4271	0.0039	0.0000
Pollito bebe	0.36	pollo	0.1096	0.0186	0.0054	0.0525	0.0012	0.8272	0.0729	0.0000
Transporte desde planta de alimento balanceado	0.25	tkm	0.0422	0.0003	0.0001	0.0003	0.0000	0.6265	0.0021	0.0000
Transporte desde Incubación a granja	0.00	tkm	0.0003	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0041	0.0000	0.0000
Transporte CP	0.11	tkm	0.0196	0.0001	0.0000	0.0002	0.0000	0.2915	0.0010	0.0000
INCUBADORA	Cantidad	Unidad								
Salida: Productos y Subproductos										
Pollito bebe	0.36	pollo	0.1096	0.0186	0.0054	0.0525	0.0012	0.8272	0.0729	0.0000

Peso del pollito bebé que va a granja	40.00	g								
Huevo infértil sin incubar	0.05	huevos								
Salidas: Residuos, emisiones y efluentes										
Pollos muertos	0.00	pollo								
Residuos nacimiento	0.01	kg								
Tratamiento de Efluentes	0.00	m ³	0.0334	0.0183	0.0049	0.0517	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Entradas										
E. Eléctrica Kwh	0.00	kwh	0.0019	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0277	0.0022	0.0000
GLP m3	0.00	kg	0.0032	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0434	0.0000	0.0000
Consumo de agua	0.00	m ³	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000
Huevos	0.56	huevos	0.0697	0.0003	0.0005	0.0009	0.0012	0.7357	0.0706	0.0000
Huevo peso	60.00	g								
Transporte huevo a la incubadora	0.01	tkm	0.0014	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0203	0.0001	0.0000
REPRODUCTORAS										
Salida: Productos y Subproductos										
Huevo	0.56	unidad	0.0697	0.0003	0.0005	0.0009	0.0012	0.7357	0.0706	0.0000
Madres	0.00	gallina	0.0360	0.0001	0.0002	0.0004	0.0006	0.3803	0.0365	0.0000
Machos	0.00	gallo	0.0034	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0362	0.0035	0.0000
Salidas: Residuos, emisiones y efluentes										
Guano	0.00	tn								
Madres Muertas	0.00	gallina								
Machos Muertos	0.00	gallo								
Emisión de fermentación entérica y gestión del estiércol			0.0029	0.0000	0.0002	0.0010	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Entradas										
AB N°3: Prepostura	0.01	kg	0.0029	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0308	0.0091	0.0000
AB N°4: Fase I	0.08	kg	0.0214	0.0001	0.0000	0.0001	0.0005	0.2438	0.0173	0.0000
AB N°5: Fase II	0.07	kg	0.0206	0.0001	0.0000	0.0001	0.0005	0.2347	0.0185	0.0000
AB N°6: Fase III	0.08	kg	0.0213	0.0001	0.0000	0.0001	0.0005	0.2435	0.0189	0.0000
E. Eléctrica Kwh	0.00	kwh	0.0008	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0111	0.0009	0.0000
Consumo de agua de bebida VERANO	0.00	m ³	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Consumo de agua de bebida INVIERNO	0.00	m ³	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0000
Consumo de agua aspersores	0.00	m ³	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Consumo de agua paneles evaporativos	0.00	m ³	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Consumo de agua para desinfección galpones	0.00	m ³	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0000
Cama de pollo aserrín	0.00	kg	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0009	0.0000	0.0000
Cama de pollo cascara de arroz	0.00	kg	0.0039	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0062	0.0001	0.0000
Gallina madre	0.00	gallina	0.0221	0.0001	0.0004	0.0001	0.0002	0.1997	0.0407	0.0000
Gallo reproductor	0.00	gallo	0.0023	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0208	0.0042	0.0000
Transporte planta de alimentos a granja	0.06	tkm	0.0100	0.0001	0.0000	0.0001	0.0000	0.1490	0.0005	0.0000
Transporte de recría a granja de reproducción	0.00	tkm	0.0005	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0070	0.0000	0.0000
Transporte CP	0.00	tkm	0.0003	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0047	0.0000	0.0000
RECRÍA										
Salida: Productos y Subproductos										
Gallina o gallo	0.01	animal (gallina o gallo)	0.0244	0.0001	0.0004	0.0001	0.0002	0.2205	0.0449	0.0000
Salidas: Residuos, emisiones y efluentes										
Cama de pollo/guano	0.00	t								
Madres Muertas	0.00	gallinas								
Machos Muertos	0.00	machos								
Emisión de fermentación entérica y gestión del estiércol			0.0007	0.0000	0.0003	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Entradas										
AB N°1: Bebe Reproductor	0.00	kg	0.0005	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0052	0.0002	0.0000
AB N°2: Recría	0.01	kg	0.0035	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0355	0.0139	0.0000
AB N°3: Prepostura	0.03	kg	0.0093	0.0001	0.0000	0.0000	0.0002	0.0988	0.0292	0.0000
E. Eléctrica Kwh	0.00	kwh	0.0013	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0181	0.0014	0.0000
GLP	0.00	kg	0.0017	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0234	0.0000	0.0000
Consumo de agua de bebida para Gallina o Gallo VERANO	0.00	m ³	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Consumo de agua de bebida para Gallina o Gallo INVIERNO	0.00	m ³	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Consumo agua aspersores	0.00	m ³	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Consumo agua limpieza galpón	0.00	m ³	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Cama de pollo Cáscara de arroz	0.01	kg	0.0054	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0088	0.0001	0.0000
Pollito para Gallina/gallo reproductor	0.01	gallina/gallo								

Transporte de planta de alimentos a granja	0.01	tkm	0.0017	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0254	0.0001	0.0000
Transporte de bb a granja de recría	0.00	tkm	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0010	0.0000	0.0000
Transporte CP	0.00	tkm	0.0003	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0044	0.0000	0.0000

Tabla 15: Resultados del sistema de producción industrial.

INVENTARIO	Cantidad	Unidad	kg CO ₂ eq	Kg SO ₂ eq	Kg PO ₄ ³⁻ eq	Kg NMVOC	Kg Sb eq	MJ	m ³ eq	Kg CFC ⁻¹¹ eq
GRANJA										
Pollo vivo	1.00	kg	1.5677	0.0144	0.0106	0.0040	0.0122	16.7567	0.4261	0.0013
Salidas: Residuos, emisiones y efluentes	2.50	kg/pollo								
Pollos muertos	0.02	pollo								
Emisión de fermentación entérica y gestión del estiércol			0.0739	0.0001	0.0072	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Cama de pollo	0.36	kg								
Entradas										
Iniciador	1.11	kg	0.3972	0.0017	0.0006	0.0009	0.0027	4.5682	0.1449	0.0005
Terminador	1.96	kg	0.5959	0.0025	0.0007	0.0017	0.0058	6.5690	0.1781	0.0007
Suplemento maíz, sorgo o trigo partido a voluntad	0.85	kg	0.1993	0.0007	0.0001	0.0003	0.0035	1.9229	0.0256	0.0001
Energía Eléctrica media red AR	0.08	kwh	0.0336	0.0001	0.0000	0.0001	0.0000	0.4858	0.0381	0.0000
GLP	0.03	kg	0.1127	0.0001	0.0000	0.0002	0.0000	1.5079	0.0000	0.0000
Consumo de agua de bebida para pollo	0.01	m ³	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0018	0.0000
Cama de pollo acícula de pino	0.30	kg	0.0101	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.1189	0.0017	0.0000
Cama de pollo aserrín	0.64	kg	0.0215	0.0001	0.0000	0.0001	0.0000	0.2549	0.0036	0.0000
Pollito bebe	0.42	pollo	0.0715	0.0087	0.0019	0.0001	0.0002	0.5569	0.0297	0.0000
Transporte desde planta de alimento balanceado	0.12	tkm	0.0210	0.0001	0.0000	0.0002	0.0000	0.3119	0.0011	0.0000
Transporte maíz	0.17	tkm	0.0287	0.0002	0.0000	0.0002	0.0000	0.4262	0.0014	0.0000
Transporte desde Incubación a granja	0.00	tkm	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0017	0.0000	0.0000

Transporte CP	0.01	tkm	0.0022	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0323	0.0001	0.0000
INCUBADORA	Cantidad	Unidad								
Salida: Productos y Subproductos										
Pollito bebe	0.42	pollo	0.0715	0.0087	0.0019	0.0001	0.0002	0.5569	0.0297	0.0000
Peso del pollito bebé que va a granja	40.00	g								
Huevo infértil sin incubar	0.04	huevos								
Salidas: Residuos, emisiones y efluentes										
Pollos muertos	0.00	pollo								
Residuos nacimiento	0.03	kg								
Tratamiento de Efluentes	0.00	m ³	0.0156	0.0086	0.0016	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Entradas										
E. Eléctrica Kwh	0.04	kwh	0.0158	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.2287	0.0180	0.0000
Consumo de agua	0.00	m ³	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Huevos	0.47	huevos	0.0400	0.0001	0.0003	0.0001	0.0002	0.3281	0.0117	0.0000
Huevo peso	60.00	g								
Transporte huevo a la incubadora	0.00	tkm	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
REPRODUCTORAS										
Salida: Productos y Subproductos										
Huevo	0.47	unidad	0.0400	0.0001	0.0003	0.0001	0.0002	0.3281	0.0117	0.0000
Madres	0.00	gallina	0.0114	0.0000	0.0001	0.0000	0.0001	0.0935	0.0033	0.0000
Machos	0.00	gallo	0.0012	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0096	0.0003	0.0000
Salidas: Residuos, emisiones y efluentes										
Guano	0.00	tn								
CP	0.00	tn								
Madres Muertas	0.00	gallina								
Machos Muertos	0.00	gallo								
Emisión de fermentación entérica y gestión del estiércol			0.0014	0.0000	0.0003	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Entradas										
Ponedoras	0.01	kg	0.0021	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0226	0.0006	0.0000

Prepostura Fase II	0.06	kg	0.0172	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0203	0.0003	0.0000
Prepostura Fase III	0.06	kg	0.0154	0.0001	0.0000	0.0000	0.0002	0.1707	0.0043	0.0000
E. Eléctrica Kwh	0.01	kwh	0.0062	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0895	0.0070	0.0000
Consumo de agua de bebida	0.00	m ³	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Cama de pollo aserrín	0.00	kg	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0009	0.0000	0.0000
Gallina madre	0.00	gallina	0.0074	0.0000	0.0001	0.0000	0.0001	0.0874	0.0028	0.0000
Gallo reproductor	0.00	gallo	0.0007	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000	0.0087	0.0003	0.0000
Transporte planta de alimentos a granja	0.01	tkm	0.0021	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0312	0.0001	0.0000
Transporte de recría a granja de reproducción	0.00	tkm	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Transporte CP	0.00	tkm	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000
RECRÍA										
Salida: Productos y Subproductos										
Gallina o gallo	0.00	animal (gallina o gallo)	0.0081	0.0000	0.0001	0.0000	0.0001	0.0961	0.0031	0.0000
Salidas: Residuos, emisiones y efluentes										
Cama de pollo/guano	0.00	t								
Madres Muertas	0.00	gallinas								
Machos Muertos	0.00	machos								
Emisión de fermentación entérica y gestión del estiércol			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Entradas										
Ponedoras Cría	0.00	kg	0.0016	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0183	0.0006	0.0000
Ponedoras recría	0.01	kg	0.0032	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0342	0.0008	0.0000
Prepostura Fase I	0.00	kg	0.0007	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0077	0.0002	0.0000
E. Eléctrica Kwh	0.00	kwh	0.0013	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0186	0.0015	0.0000
GLP Kg	0.00	kg	0.0008	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0109	0.0000	0.0000
Consumo de agua de bebida para Gallina o Gallo	0.00	m ³	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Cama de pollo aserrín-viruta	0.00	kg	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0010	0.0000	0.0000
Pollito para Gallina/gallo reproductor	0.00	gallina/gallo								
Transporte de planta de alimentos a granja	0.00	tkm	0.0003	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0047	0.0000	0.0000

Transporte de bb a granja de recría	0.00	tkm	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0005	0.0000	0.0000
Transporte CP	0.00	tkm	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000

Tabla 16: Resultado del sistema de producción alternativo-Campero INTA.

CAPITULO 4

FASE 4: INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

En esta fase del ACV es donde los resultados y hallazgos del ICV y de la EICV se consideraron conjuntamente.

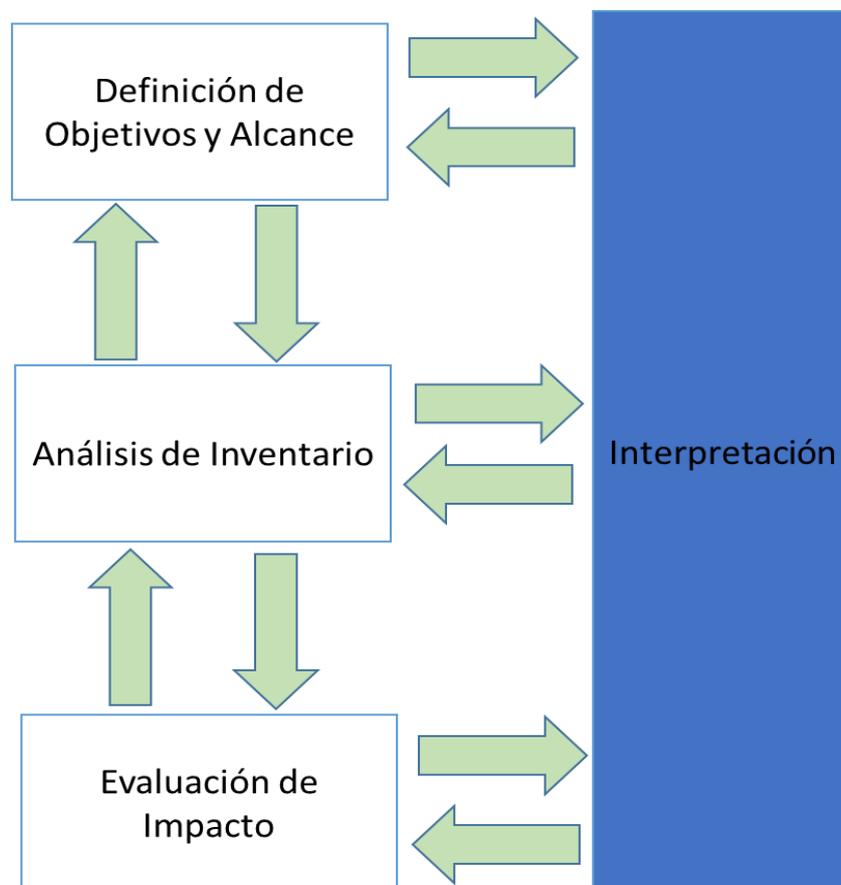


Figura 21: Marco Referencial ACV- Fase de Interpretación

Elaboración propia en base a documento elaborado por la Universidad Politécnica de Cataluña-Barcelona
https://portal.camins.upc.edu/materias_guia

Se buscaron respuestas a los interrogantes planteados y se determinaron las conclusiones del estudio. Los resultados de la EICV se analizaron para saber qué material, componente, insumo o etapa del ciclo de vida del producto fue la que tuvo mayor

participación en la cuantificación de los impactos ambientales y en función de los resultados se determinaron los hotspots para ambos sistemas de producción.

4.1 Resultados y análisis

4.1.1 Potencial de Calentamiento Global (GWP100A) (kg CO₂ eq)

La primera categoría analizada es el potencial de calentamiento global. Esta categoría de impacto de carácter global se calcula a partir de las emisiones de gases de efecto invernadero para cada una de las operaciones unitarias contempladas en el estudio. A continuación, presentamos los resultados obtenidos.

Para un sistema de producción industrial, se obtuvo como resultado 1,18 kg de CO₂ eq/kg de pollo en la puerta de la granja, en tanto que, para un sistema alternativo-campero, el potencial de calentamiento fue de 1,57 kg de CO₂ eq/kg pollo.

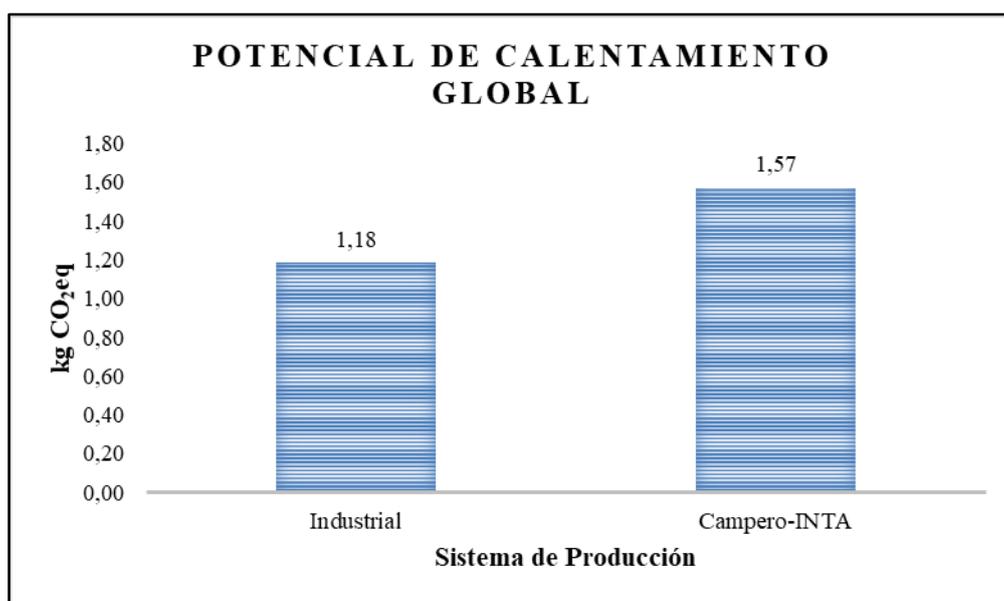


Figura 22: Potencial de calentamiento global (Kg CO₂ eq) según sistema de producción.

En ambos sistemas, las etapas de piensos y granja de engorde son las que, en mayor medida, aportan con la emisión de gases contribuyentes del calentamiento global

En la etapa de engorde, el sistema industrial es el que mayores aportes con respecto al campero INTA presenta. Los aportes básicamente se encuentran dados por la cama de pollo (material constitutivo, manejo y transporte), por energía y combustibles utilizados y por el transporte que llega a la granja con los insumos de producción.

	INDUSTRIAL	CAMPERO
ETAPA	CO₂ eq/kg de pollo	
ENGORDE	46%	19%
INCUBACIÓN	3%	2%
REPRODUCCIÓN	1%	0%
RECRÍA	1%	0%
PIENSOS	49%	78%

Tabla 17: Contribución al potencial de calentamiento global según etapa y sistema de producción.

La etapa de piensos se modeló separadamente de las otras ya que tiene entradas diferentes. Contrariamente a lo ocurrido con la etapa de engorde, en esta etapa, el sistema campero INTA presentó la mayor contribución a las emisiones. Sin embargo, en ambos sistemas, el maíz, soja y derivados constituyen los mayores aportantes. En el sistema de producción industrial además se presenta como aportante importante de gases de efecto invernadero, el transporte.

	INDUSTRIAL	CAMPERO
INSUMOS	% CONTRIBUCIÓN	
MAÍZ	28	87
HARINA DE SOJA	3	4
EXPELLER DE SOJA	14	0
SOJA DESACTIVADA	6	0
ACEITE DE SOJA	1	0
AFRECHILLO DE TRIGO	1	0
HARINA DE CARNE	0	0
OTROS	0	0
MINERALES	0	0
ELÉCTRICA (en kwh)	0	1
GAS NATURAL (en m³)	17	0
AGUA POTABLE UTILIZADA (m³)	0	0
TRANSPORTE	30	7
TOTAL	100	100

Tabla 18: Contribución de cada componente de la etapa piensos al potencial de calentamiento global.

4.1.2 Acidificación potencial (kg SO₂ eq)

Es una categoría de impacto regional y se refiere a la pérdida de la capacidad neutralizante del suelo y del agua por el retorno a la superficie terrestre, en forma de ácidos, de sustancias emitidas a la atmósfera por fuentes antropogénicas, como los óxidos de azufre y nitrógeno.

La acidificación potencial total tiene como resultado, para un sistema de producción industrial, 0,02 kg de SO₂ eq/kg de pollo para la unidad funcional de producto. En el sistema alternativo-campero INTA, el valor alcanzado es de 0,01 kg de SO₂ eq/kg de pollo.

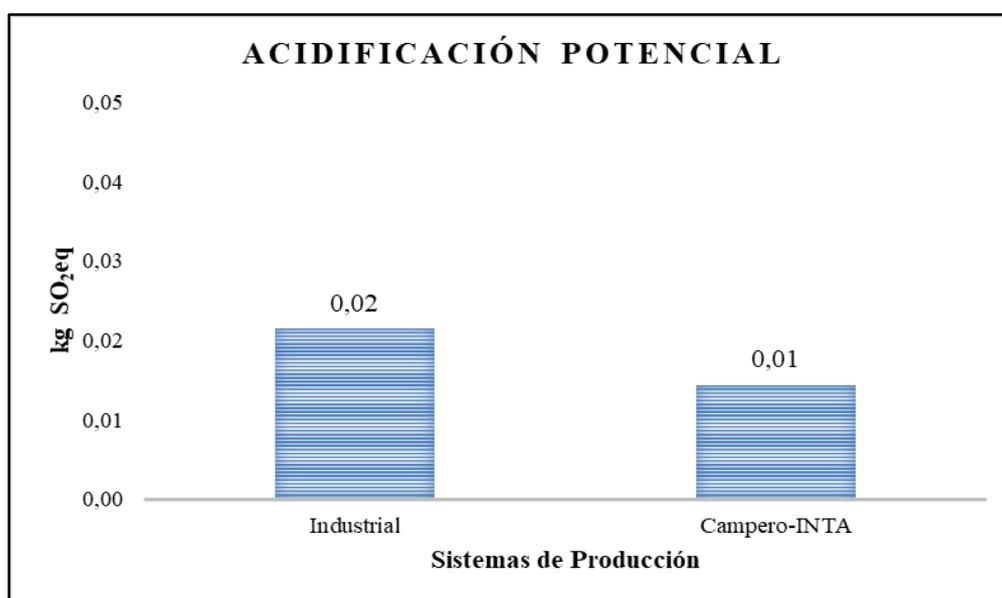


Figura 23: Acidificación potencial (kg SO₂ eq) según sistema de producción.

En ambos sistemas la etapa de incubación es el mayor contribuyente. En esta etapa el 100% del aporte se debió a la generación de efluentes en ambos sistemas.

	INDUSTRIAL	CAMPERO
ETAPAS	SO₂ eq/kg de pollo	
ENGORDE	5%	5%
INCUBACIÓN	86%	60%
REPRODUCCIÓN	0%	0%
RECRÍA	0%	0%
PIENSOS	9%	34%

Tabla 19: Contribución a la acidificación potencial según etapa y sistema de producción.

En relación al alimento balanceado, en un sistema industrial el mayor aporte de emisiones al aire, suelo y agua de compuestos acidificantes proviene del transporte de las materias primas asociadas a las emisiones provocadas por combustibles fósiles. En el sistema alternativo-campero INTA, el maíz, la soja y sus derivados constituyen los mayores aportantes.

INSUMOS	INDUSTRIAL	CAMPERO
	% CONTRIBUCIÓN	
MAÍZ	18	83
HARINA DE SOJA	0	4
EXPELLER DE SOJA	11	0
SOJA DESACTIVADA	5	0
ACEITE DE SOJA	2	0
AFRECHILLO DE TRIGO	4	0
HARINA DE CARNE	0	0
OTROS	0	0
MINERALES	1	1
ELÉCTRICA (en kwh)	0	1
GAS NATURAL (en m ³)	5	0
AGUA POTABLE UTILIZADA (m ³)	0	0
TRANSPORTE	54	12
TOTAL	100	100

Tabla 20: Contribución de cada componente de la etapa piensos a la acidificación potencial.

4.1.3 Eutrofización potencial (kg PO₄⁻³ eq)

Esta es una categoría de impacto regional y se define como el enriquecimiento excesivo de nutrientes, tales como nitratos y fosfatos en el ambiente, alcanzando un valor de 0,011 kg de PO₄⁻³ eq/kg de pollo en la puerta de la granja, para un sistema de producción industrial. En tanto que para un sistema de producción alternativo-campero INTA, un valor de 0,010 kg de PO₄⁻³ eq/kg de pollo en la puerta de la granja.

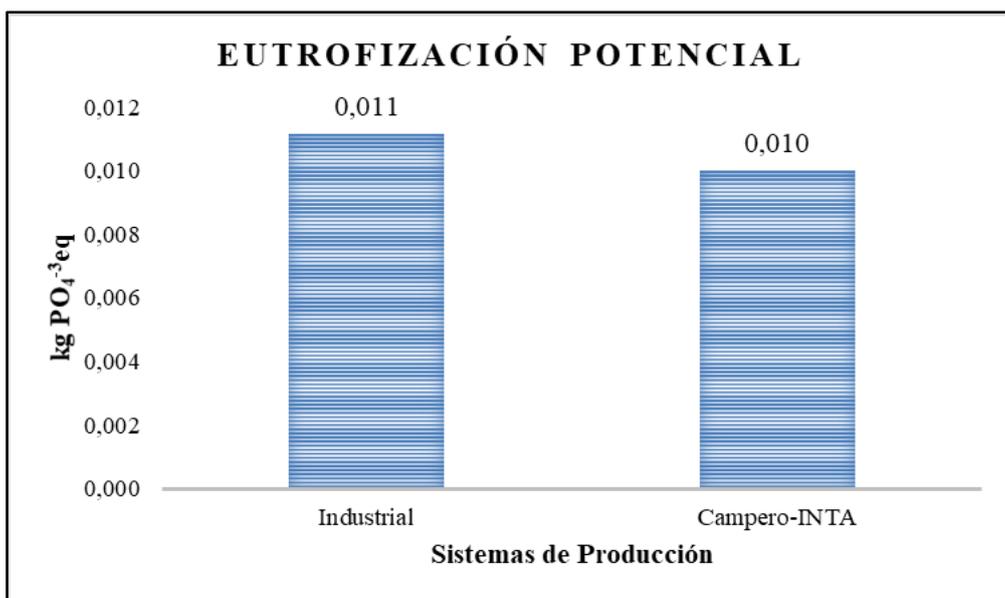


Figura 24: Eutrofización potencial (kg PO₄³⁻ eq) según sistema de producción.

Al evaluar los resultados, en ambos sistemas, el mayor contribuyente resulta la etapa de engorde. Dentro de esta, los mayores aportes están dados por la fermentación entérica y excretas, sumándose la Cama de Pollo en un sistema industrial.

	INDUSTRIAL	CAMPERO
ETAPAS	PO₄³⁻ eq /kg de pollo	
ENGORDE	47%	69%
INCUBACIÓN	44%	15%
REPRODUCCIÓN	1%	2%
RECRÍA	2%	0%
PIENSOS	6%	13%

Tabla 21: Contribución a la eutrofización potencial según etapa y sistema de producción.

En relación a los alimentos, se aprecia que el mayor aporte proviene de la producción de maíz, soja y sus derivados, para ambos sistemas. Siendo mayor en el sistema de producción alternativo-campero INTA.

	INDUSTRIAL	CAMPERO
INSUMOS	% CONTRIBUCIÓN	
MAÍZ	22	76
HARINA DE SOJA	0	9
EXPELLER DE SOJA	22	0
SOJA DESACTIVADA	9	0
ACEITE DE SOJA	2	0
AFRECHILLO DE TRIGO	9	0
HARINA DE CARNE	0	0
OTROS	0	0
MINERALES	1	1
ELÉCTRICA (en kwh)	0	1
GAS NATURAL (en m³)	2	0
AGUA POTABLE UTILIZADA (m³)	0	0
TRANSPORTE	33	13
TOTAL	100	100

Tabla 22: Contribución de cada componente de la etapa piensos a la eutrofización potencial.

4.1.4 Formación fotoquímica de Ozono o smog fotoquímico (kg NMVOC eq)

Representa un impacto de alcance regional y se refiere a la formación de smog fotoquímico a partir de los óxidos de nitrógeno y compuestos orgánicos volátiles emitidos a la atmósfera, que reaccionan con el oxígeno atmosférico en presencia de luz solar, formando ozono.

La Formación fotoquímica de Ozono total presentó un valor de 0,05 kg de NMVOC eq/kg de pollo en la puerta de la granja para un sistema de producción industrial. En tanto que, para sistema alternativo-campero INTA el resultado fue de 0,004 kg de NMVOC eq/kg.

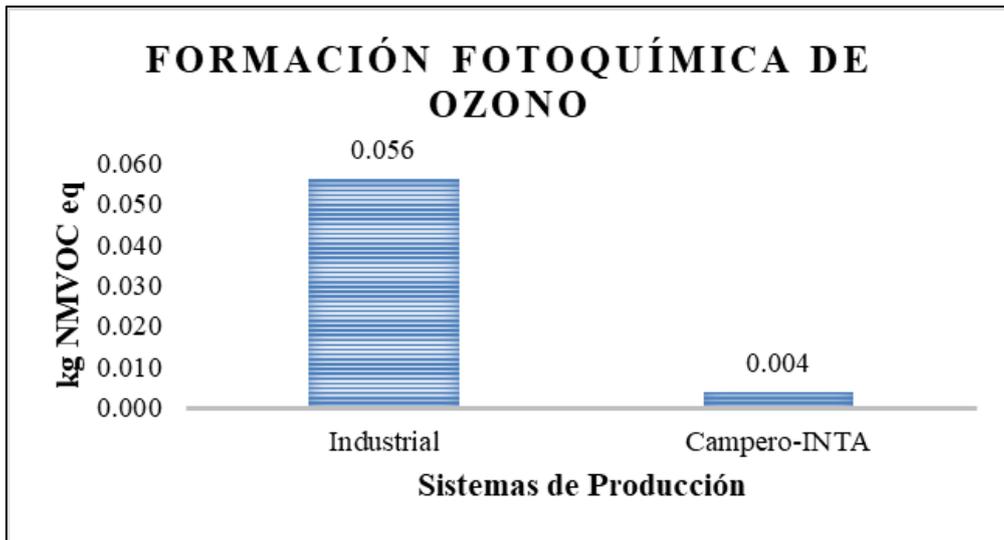


Figura 25: Formación fotoquímica de ozono (kg NMVOC eq) según sistema de producción.

	INDUSTRIAL	CAMPERO
ETAPAS	NMVOC eq /kg de pollo	
ENGORDE	23%	21,2%
INCUBACIÓN	23%	0,9%
REPRODUCCIÓN	13%	0,6%
RECRÍA	0%	0,1%
PIENSOS	40%	77,2%

Tabla 23: Contribución a la formación fotoquímica de ozono según etapa y sistema de producción.

En ambos sistemas, la etapa de piensos constituye el mayor contribuyente a este impacto. El aporte mayoritario proviene del transporte de las materias primas que entran a la planta de alimentos en un sistema de producción industrial. En el sistema alternativo-campero INTA el mayor aporte está representado por la producción de maíz, la producción de soja y sus derivados.

	INDUSTRIAL	CAMPERO
INSUMOS	% CONTRIBUCIÓN	
MAÍZ	8	66,9
HARINA DE SOJA	0	3,4
EXPELLER DE SOJA	7	0
SOJA DESACTIVADA	3	0
ACEITE DE SOJA	1	0
AFRECHILLO DE TRIGO	1	0
HARINA DE CARNE	0	0,1
OTROS	0	0,4
MINERALES	0	0,7
ELÉCTRICA (en kwh)	0	1,2
GAS NATURAL (en m³)	5	0
AGUA POTABLE UTILIZADA (m³)	0	0
TRANSPORTE	73	27,3
TOTAL	100	100

Tabla 24: Contribución de cada componente de la etapa de piensos a la formación fotoquímica de ozono.

4.1.5 Potencial de Agotamiento de Recursos Abióticos-elementos (kg Sb eq)

Es una categoría de impacto global y está relacionada con la extracción de recursos minerales como entradas para los sistemas analizados.

Para sistemas de producción industrial, el resultado fue de 0,014 kg de Sb eq/kg de pollo en la puerta de la granja. Para el sistema de producción alternativo-Campero INTA fue de 0,012 kg de Sb eq/kg de pollo. En ambos sistemas el mayor contribuyente está representado por la etapa de piensos.

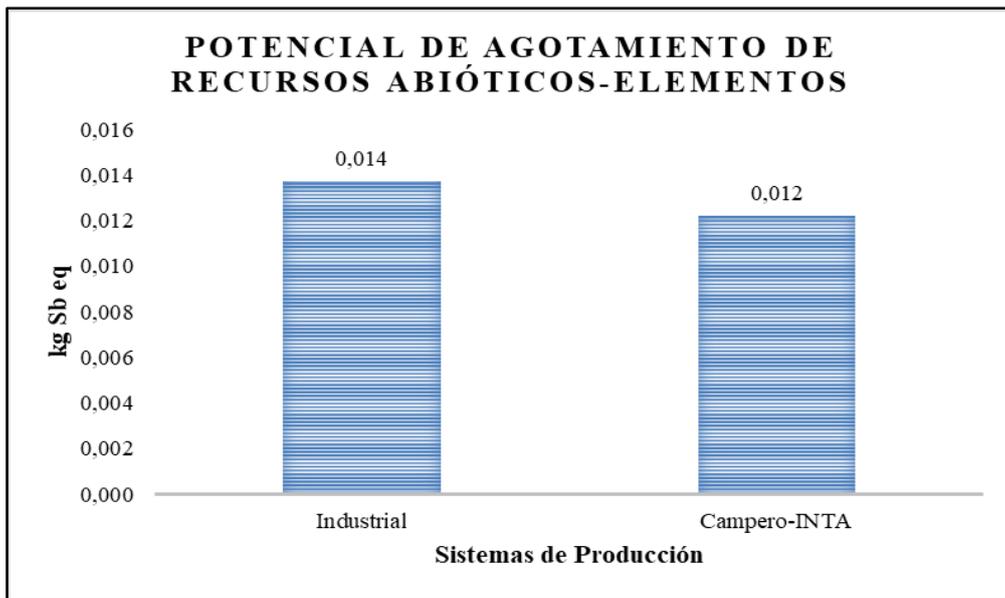


Figura 26: Potencial de agotamiento de recursos abióticos-elementos (kg Sb eq) según sistema de producción.

Analizando la etapa de producción de alimentos, los mayores aportes provienen de la producción de maíz, alcanzando un valor del 100 % en ambos sistemas de producción. Pudiendo estos estar asociados a la producción de semillas y fertilizantes/agroquímicos utilizados en el cultivo.

4.1.6 Potencial de Agotamiento de Recursos Abióticos-Combustibles Fósiles (MJ eq)

Es una categoría de impacto global y está relacionada con la extracción de recursos no renovables fósiles como el carbón, el petróleo o el gas natural.

En el caso del sistema industrial, el agotamiento de los recursos abióticos - combustibles total alcanzó un resultado de 10,28 MJ eq/ kg de pollo. En tanto que en la producción alternativa se obtuvo un valor de 16,79 MJ eq/ kg de pollo.

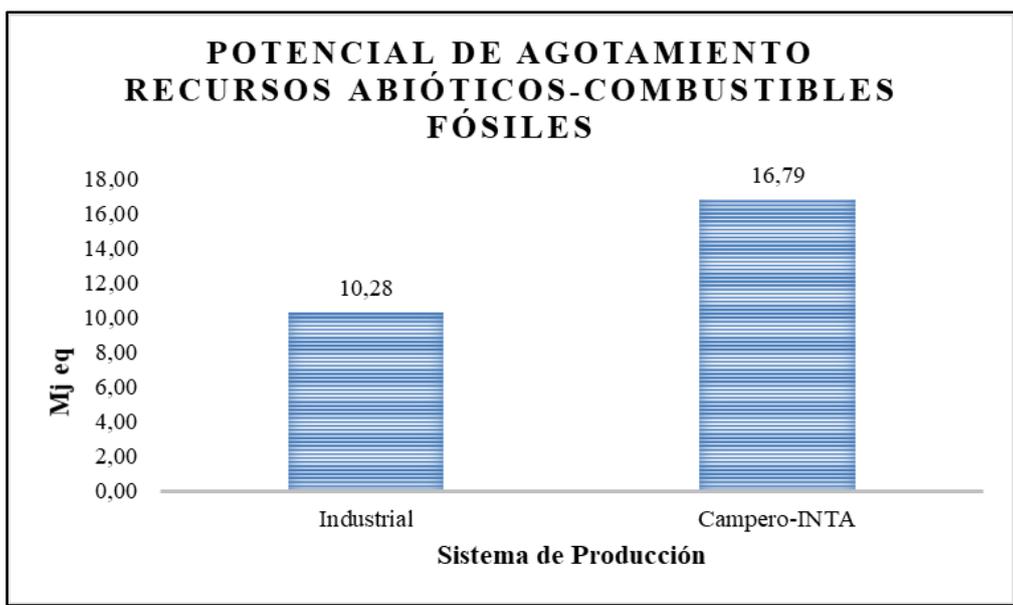


Figura 27: Potencial de agotamiento de recursos abióticos-combustibles fósiles (kg Mj eq) según sistema de producción.

Los mayores aportantes para ambos sistemas son la etapa de piensos y la etapa de engorde. En esta última, la energía y combustibles, así como los transportes constituyen los contribuyentes mayoritarios al potencial de agotamiento de los recursos abióticos-combustibles fósiles.

	INDUSTRIAL	CAMPERO
ETAPA	Mj eq/kg de pollo	
ENGORDE	34%	19%
INCUBACIÓN	1%	1%
REPRODUCCIÓN	1%	1%
RECRÍA	1%	0%
PIENSOS	63%	79%

Tabla 25: Contribución al potencial de agotamiento de recursos abióticos-combustibles fósiles, según etapa y sistema de producción.

En tanto que, para piensos, las mayores contribuciones están dadas por el maíz, la soja y sus derivados. Adicionalmente en el sistema industrial se suman los aportes del transporte de las materias primas.

	INDUSTRIAL	CAMPERO
INSUMOS	% CONTRIBUCIÓN	
MAÍZ	21	83
HARINA DE SOJA	2	3
EXPELLER DE SOJA	8	0
SOJA DESACTIVADA	3	0
ACEITE DE SOJA	1	0
AFRECHILLO DE TRIGO	1	0
HARINA DE CARNE	0	0
OTROS	1	1
MINERALES	0	0
ELÉCTRICA (en kwh)	0	2
GAS NATURAL (en m³)	23	0
AGUA POTABLE UTILIZADA (m³)	0	0
TRANSPORTE	40	10
TOTAL	100	100

Tabla 26: Contribución de cada componente de la etapa piensos al potencial de agotamiento de recursos abióticos-combustibles fósiles según sistema de producción.

4.1.7 Huella de agua/Escasez de agua (m³ eq)

Categoría de impacto regional, que representa la afectación a la disponibilidad del recurso hídrico de una región debido a la demanda de consumo.

Para el sistema alternativo-campero INTA, la huella de agua total alcanzó un resultado de 0,43 m³ eq/kg de pollo para la unidad funcional en la puerta de la granja, es decir que esa cantidad de agua no está disponible para otros usos dentro de la misma cuenca hidrográfica. En tanto que, para el sistema de producción industrial, la huella de agua total alcanzó un valor de 0,29 m³ eq/kg de pollo.

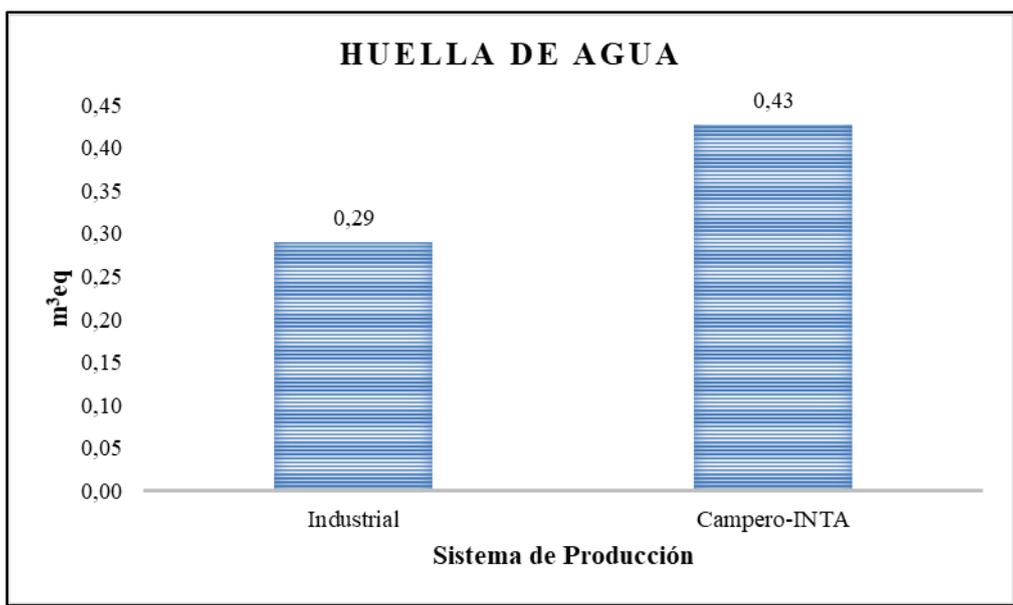


Figura 28: Huella de agua (m³ eq) según sistema de producción.

En ambos sistemas, la elaboración de piensos es el proceso que en mayor medida contribuyó con un mayor impacto a la “Huella de Agua por escasez”.

	INDUSTRIAL	CAMPERO
ETAPAS	m³ eq/kg de pollo	
ENGORDE	16%	11%
INCUBACIÓN	1%	4%
REPRODUCCIÓN	0%	1%
RECRÍA	0%	0%
PIENSOS	82%	83%

Tabla 27: Contribución a la huella de agua según etapa y sistema de producción.

Respecto de los piensos, se aprecia que los mayores aportes provienen de maíz, afrechillo de trigo y expeller de soja para ambos sistemas.

	INDUSTRIAL	CAMPERO
INSUMOS	% CONTRIBUCIÓN	
MAÍZ	32	76
HARINA DE SOJA	2	11
EXPELLER DE SOJA	17	0
SOJA DESACTIVADA	6	0
ACEITE DE SOJA	2	0
AFRECHILLO DE TRIGO	27	0
HARINA DE CARNE	0	0
OTROS	0	0
MINERALES	0	1
ELÉCTRICA (kwh)	0	10
GAS NATURAL (m³)	0	0
AGUA POTABLE UTILIZADA (m³)	9	0
TRANSPORTE	3	2
TOTAL	100	100

Tabla 28: Contribución de cada componente en la etapa piensos a la huella de agua según sistema de producción.

4.1.8 Adelgazamiento de la capa de ozono (kg CFC⁻¹¹ eq)

Se refiere a la cantidad de destrucción de ozono estratosférico (capa de ozono) causado por una sustancia. Es una categoría de impacto global.

El adelgazamiento de la capa de ozono total alcanzó un resultado de 1,82E-04 kg CFC⁻¹¹ eq/kg de pollo para la unidad funcional de producto que es un kilogramo de carne de pollo en la puerta de la granja, en un sistema industrial. En el caso de un sistema alternativo-campero INTA, este fue de 1,32E-03 kg CFC⁻¹¹ eq/kg de pollo.

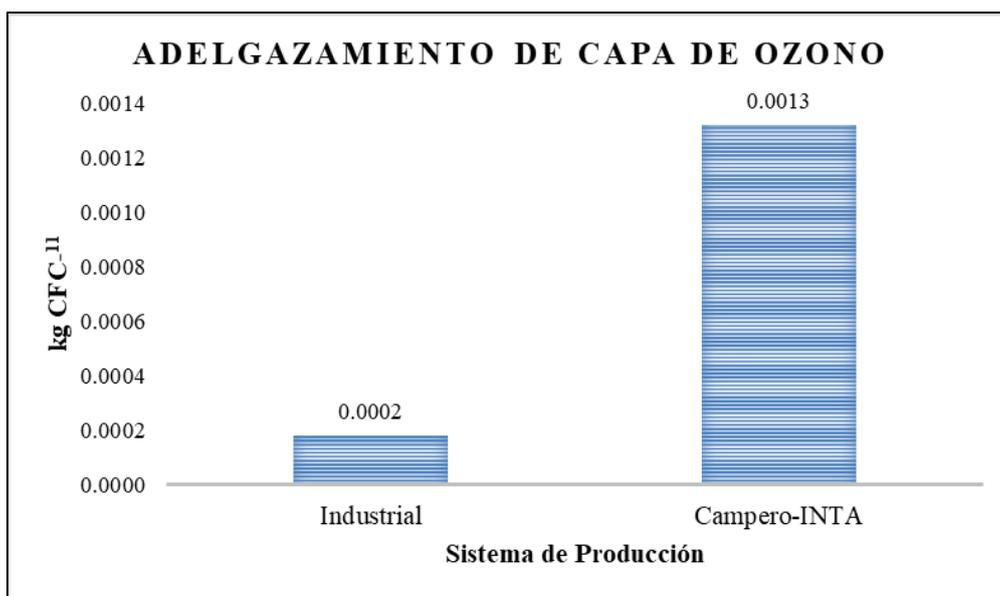


Figura 29: Adelgazamiento de la capa de ozono (kg CFC⁻¹¹) según sistema de producción.

En ambos sistemas el 100% del impacto es aportado por la producción de alimentos y la mayor contribución está dada por producción de maíz y derivados de la producción de soja. Estos valores pueden corresponderse con lo aportado en la etapa de cultivo.

	INDUSTRIAL	CAMPERO
INSUMOS	% CONTRIBUCIÓN	
Maíz	92	91
Harina de soja	0	9
Expeller de soja	0	0
Soja desactivada	0	0
Aceite de soja	8	0
Afrechillo de trigo	0	0
Harina de carne	0	0
Otros	0	0
Minerales	0	0
E.Eléctrica (kwh)	0	0
Gas natural (m ³)	0	0
Agua potable utilizada (m ³)	0	0
Transporte	0	0
Total	100	100

Tabla 29: Contribución de cada componente en la etapa de piensos al adelgazamiento de la capa de ozono según sistema de producción.

4.2 Consideraciones finales

Para un sistema de producción alternativo-campero INTA, se observan valores más elevados en las siguientes categorías:

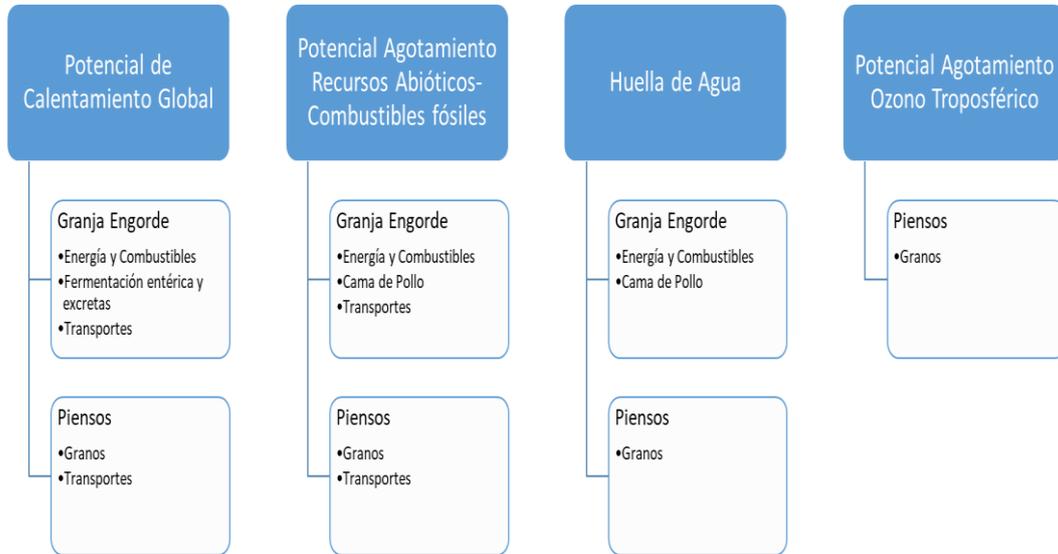


Figura 30: Categorías de impacto relevantes en un sistema de producción alternativo-Campero INTA.

En un sistema de producción industrial, en tanto, los valores más elevados se obtuvieron en las siguientes categorías de impacto:

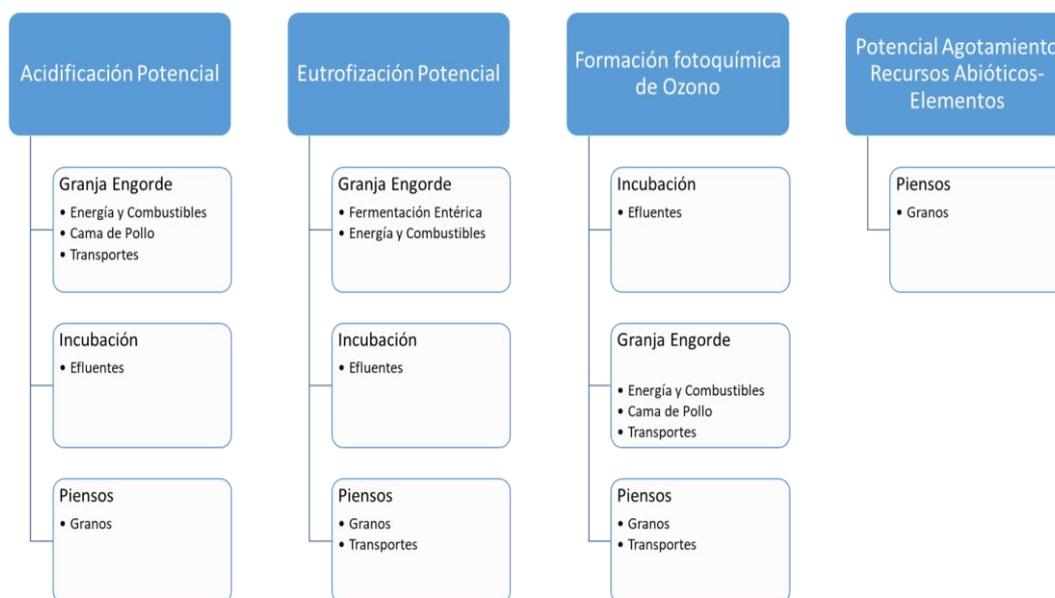


Figura 31: Categorías de impacto relevantes en un sistema de producción industrial.

A continuación, se muestra un cuadro comparativo donde es posible observar, para cada categoría de impacto cuáles son las etapas que más contribuyen:

CATEGORÍA DE IMPACTO	SISTEMA DE PRODUCCIÓN	
	INDUSTRIAL	ALTERNATIVO
kg CO ₂ EQ	Alimentos	Alimentos
kg SO ₂ EQ	Incubación	Incubación
kg PO ₄ EQ	Granja Engorde	Granja Engorde
kg NMVOC EQ	Alimentos	Alimentos
kg Sb EQ	Alimentos	Alimentos
MJ EQ	Alimentos	Alimentos
m ³ EQ	Alimentos	Alimentos
kg CFC-11 EQ	Alimentos	Alimentos

Tabla 30: Etapas que contribuyen a cada categoría de impacto.

Los resultados van en línea con estudios similares, a saber:

Autor/es	Observaciones
<i>Bengtsson y Seddon (2013)</i> <i>Katajajuuri (2007)</i> <i>Pelletier (2008)</i>	Los procesos de producción de alimentos aguas arriba son responsables de la mayor parte de los impactos ambientales asociados con la cadena de producción de pollos de engorde.
<i>González García, (2014)</i>	En la categoría de Potencial de eutrofización, la granja es la etapa que presenta la mayor contribución.
<i>Constantini et al. (2021)</i>	La fase agrícola pesa mucho en el impacto del producto alimenticio terminado.
<i>Leinonen, (2012)</i>	La producción, el procesamiento y el transporte de alimentos resultaron en mayores impactos ambientales generales que cualquier otro componente de la producción de pollos.
<i>Prudencio da Silva et al. (2014)</i>	La etapa de producción de cultivos es la que más contribuye a los impactos ambientales generales a lo largo de la cadena de suministro de producción de carne de pollo.

Tabla 31: Referencias de otros autores.

4.3 Divulgación de resultados

El trabajo de tesis permitirá la elaboración de futuras cartillas de divulgación y artículos en revistas científicas con referato, con el fin de dar a conocer los resultados obtenidos en la Evaluación de Impacto Ambiental mediante el Análisis de Ciclo de Vida en los procesos del sistema de producción de carne aviar en sus dos variantes: industrial y campero. Durante 2023, los resultados se presentaron en el Encuentro Argentino de Ciclo de Vida 2023.

CAPÍTULO 5

CONCLUSIONES

El presente trabajo evaluó el ciclo de vida de la carne aviar producida bajo dos modelos de producción, uno industrial y otro alternativo Campero INTA. El análisis se hizo en base al método Análisis de Ciclo de Vida (ACV) y al protocolo Declaración Ambiental de Producto (EPD), en el que se evaluaron 8 impactos ambientales: huella de carbono, acidificación potencial, eutrofización potencial, formación fotoquímica de ozono, agotamiento de recursos materiales, agotamiento de recursos fósiles, escasez de agua, y adelgazamiento de la capa de ozono.

El ACV resulta en una herramienta poderosa y compleja a la vez, que permite diagnosticar impactos potenciales al ambiente y a la salud humana.

Para que el estudio sea preciso, es necesario llevar adelante este diagnóstico interdisciplinario, además de contar con el involucramiento y acompañamiento de los actores encargados de brindar los datos.

Es importante contar con las licencias del software específico, con sus prestaciones completas y bases de datos actualizadas.

El análisis de ciclo de vida aplicado en dos sistemas de producción avícola ha permitido caracterizarlos y es el primer reporte en la región, contribuyendo a la gestión productiva sustentable de la cadena avícola, identificando, cuantificando y valorando los impactos ambientales generados por los sistemas productivos analizados.

Según el análisis de los resultados, podemos inferir que la industria cárnica aviar, en los dos sistemas estudiados, presentan ineficiencias a lo largo de su proceso productivo. Los valores de impacto más altos se obtuvieron en el sistema de producción alternativo. Esto puede explicarse por el hecho de que estos sistemas utilizan aves de crecimiento más lento, producidos con mayores niveles de bienestar y ciclos de producción más largos, con tasas de conversión alimenticia más altas, se producen menos animales por área y las tasas de mortalidad son altas.

Por último, es posible destacar que el aprendizaje adquirido en la medida que el trabajo fue avanzando, permitirá seguir profundizando, en el futuro, el trabajo en la temática.

RECOMENDACIONES

A continuación, se enuncian algunas recomendaciones, tendientes a lograr una mejora en los sistemas de producción.

Uno de los principales puntos críticos es la producción de los granos. Estos constituyen las materias primas en la elaboración de los piensos para las distintas etapas de la cadena de producción aviar. Este eslabón, en los sistemas estudiados, se encuentra fuera del alcance, dado que se compran en acopios. Sin embargo, en este documento se plantean algunas recomendaciones, a saber:

- La inadecuada gestión de los fertilizantes (por exceso de aplicación o bien incorrecta selección del momento de aplicación) hace que se incremente el impacto negativo sobre el ambiente. En consecuencia, la selección apropiada de las dosis aplicadas, la incorporación de los mismos al suelo, las condiciones climáticas al momento de la aplicación, la utilización de fertilizantes orgánicos o bien aquellos de liberación lenta, pueden llegar a contribuir a disminuir los impactos (Bruuselma et al.,2008).
- Para el caso de agroquímicos, puede ser oportuno explorar líneas de control biológico y aumentar la biodiversidad de insectos y ácaros benéficos.
- Se debe considerar que, al adicionar estos productos en el sistema productivo, también estamos introduciendo los impactos relacionados a su fabricación.
- La producción de semilla involucra en su ACV una alta carga ambiental, por lo que, ser eficiente en la densidad de siembra resulta conveniente.
- Los residuos de cosecha también constituyen otro punto relevante sobre el que se requiere prestar atención, dado que tienen una alta contribución a la huella de carbono. Se considera oportuno la reincorporación de los mismos tendiente a minimizar las emisiones o bien utilizarlos como recurso bioenergético.
- El empleo de maquinaria de producción moderna y en buenas condiciones consume menos combustible y produce emisiones gaseosas en menor cantidad (Rial Axpe,2020).
- Por último, la selección del sistema de laboreo, el tractor adecuado y su manejo apropiado, son aspectos que pueden disminuir los impactos generados en la etapa de producción de granos.

Ahora bien, en el trabajo también se identificaron puntos críticos sobre los que, tanto la integración como los productores, pueden realizar acciones tendientes a mejorar la sustentabilidad del sistema, a saber:

- Comprar granos a proveedores que produzcan en zonas próximas a las plantas de alimentos acarreará ventajas desde el punto de vista ambiental, así como también económicas.
- La formulación de raciones ajustadas por fase aumentará la eficiencia de absorción de nutrientes, con la consiguiente reducción de los mismos en las excretas (Acosta, 2005).
- El uso de energías renovables cuando puedan ser implementadas para reemplazar y/o suplementar el uso de fuentes no renovables, disminuyendo la dependencia a los mismos (Woeffray, 2021; Ávila et al., 2018; Vera et al., 2018) resultará clave.
- Llevar un registro del consumo de energía para mejorar la eficiencia energética y monitorear el impacto ambiental.
- Sustituir los sistemas de alumbrado incandescente por lámparas LED.
- Emplear materiales provenientes de fuentes cercanas, como en el caso de los constituyentes de la cama de pollo.
- Identificar aquellos insumos que causan menor impacto en su cadena de producción, lo que permite determinar la sustentabilidad de la cadena de producción.
- Las buenas prácticas en el manejo de la Cama de Pollo también reducen los impactos negativos al ambiente (MAGyP, 2015; Almada, et al., 2016; Leonardi, 2013). Así, por ejemplo, el acondicionamiento de CP con sulfato de aluminio hidratado y bisulfato de sodio puede reducir el riesgo de eutrofización, mejorar el valor fertilizante del residuo y reducir la liberación de Amoníaco (MAGyP, 2015).
- El transporte tiene un peso significativo en el resultado global de las emisiones. En relación a este aspecto, los impactos se asocian a la obsolescencia de los vehículos utilizados y a la falta de mantenimiento. Diversos trabajos demuestran que es posible disminuir las emisiones si se lleva a cabo un mantenimiento preventivo de la maquinaria, y se emplean preferentemente motores diésel de nueva generación. En el futuro, se prevé que la incorporación de maquinaria agrícola con motores eléctricos tenga un gran efecto sobre la disminución de las emisiones (McKinsey, 2020).

BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, A., Lon-Wo, E., & Dieppa, O. (2005). “Efecto de la zeolita natural (Clinoptilolita) y de diferentes esquemas de alimentación en el comportamiento productivo del pollo de ceba.” (“Efecto de la zeolita natural (Clinoptilolita) y de diferentes esquemas ...”) *Revista Cubana de Ciencia Agrícola* 39(3), 319-325.
<http://www.redalyc.org/pdf/1930/193017771009.pdf>
- Arena, A. (2017). Guía Metodológica: Análisis de Ciclo de Vida. Universidad Tecnológica Nacional. Recuperado 21 03 2023 de http://semaforo.hol.es/assets/pdf/2_diseno/informacion-ampliada-de-evolucion-del-ciclo-de-vida.pdf.
- Arrieta, E.M., y González, A.D (2019). Energía y huellas de carbono de los alimentos: investigando el efecto de cocinar. *Producción y Consumo Sostenibles* 19, 44-52.
- Arrieta, E.M, y González, A.D (2019). Energy and carbon footprints of chicken and pork from intensive production system in argentina. (“Energy and carbon footprints of chicken and pork from intensive ...”) *The science of the total environment*, 20-28.
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.04.002>
- Ávila, P. Z. (2018). “La sustentabilidad o sostenibilidad: un concepto poderoso para la humanidad.” (“LA SUSTENTABILIDAD O SOSTENIBILIDAD: UN CONCEPTO PODEROSO PARA ... - SciELO”) *Tabula rasa*, 28, 409-423.
<https://doi.org/10.25058/20112742.n28.18>
- Bassler, A. W. (2005). Organic broilers in floorless pens on pasture. Uppsala: Swedish University of Agricultural Sciences. <https://pub.epsilon.slu.se/859/1/EPSILONArKappa2.pdf>.
Recuperado 3/09/2023.
- Bengtsson, J., & Seddon, J. (2013). Cradle to retailer or quick service restaurant gate Life cycle assessment of chicken products in Australia. *Journal of Cleaner Production*, 41, 291-300.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.09.034>
- Boggia, A., Paolotti, L., & Castellini, C. (2010). Environmental impact evaluation of conventional, organic and organic-plus poultry production systems using life cycle assessment. *World's Poultry Science Journal*, 66(1), 95-114.
<https://doi.org/10.1017/S0043933910000103>

- Boggia, A., Paolotti, L., & Castellini, C. (2010). Environmental Impact Evaluation of conventional, organic and organic-plus poultry production systems using life cycle assessment. *Worlds Poultry Science Journal*, 66(1), 95-114.
- Bongiovanni, R. and J. A, Hilbert. (2019). “Plataforma "análisis de ciclo de vida y huellas ambientales” del INTA.” (“Plataforma "análisis de ciclo de vida y huellas ambientales” del INTA”) VIII Encuentro Argentino de Ciclo de Vida y VII Encuentro de la Red Argentina de Huella Hídrica ENARCIV 2019. Mendoza, 4 al 6 de noviembre de 2019.
- Bongiovanni, R. y L. Tuninetti. (2021). Huella de Carbono de la cadena de trigo de Argentina. *LALCA: Revista Latinoamericana em Avaliação do Ciclo de Vida*: LALCA 5: e5551 ISSN 2527-018. <http://lalca.acv.ibict.br/lalca/article/view/5551> <https://doi.org/10.1>
- Bonino, M. F. (1997). Pollo Campero. Protocolo para la certificación. INTA EEA Pergamino.
- Bonino, M. and Z. E, Canet. (1999). El pollo y el huevo campero. INTA.
- Briz, R. C. (2009). Avicultura alternativa ¿retorno al pasado, o un camino al futuro? Selecciones avícolas, 51(1), 73-79. Recuperado 3 02 2024 <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2855634>.
- Bruulsema, T. W., Witt, C., García, F., Li, S., Rao, T. N., Chen, F., & Ivanova, S. (2011). A global framework for fertilizer BMPs. *Icon*.
- Canet & Terzagui . (2009). Pollo campero. INTA. *idia*, 43-48.
- Canet, Z.E. Dottavio, A.M. Romera, B.M. Librera, J.E. Advínculo, S.A. Martines, A. & Di Masso, R.J. (2021). Estrategia de cruzamientos para el mejoramiento de pollos Camperos. Un proyecto colaborativo INTA-universidad. *BAG. Journal of basic and applied genetics*. 32(2). 59-70.
- Cedeño, E. A. L., López, B. S., & Bastida, E. L. (2006). Metodología para la determinación de los impactos ambientales en procesos productivos. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias* 15(3), 60-64.
- Cesari, V., Zucali, M., Sandrucci, A., Tamburini, A., Bava, L., & Toschi, I. (2017). Environmental impact assessment of an Italian vertically integrated broiler system

through a Life Cycle approach. *Journal of cleaner production* 143, 904-911.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.030>

Chacón Vargas, J. R. (2008). Historia ampliada y comentada del análisis de ciclo de vida (ACV). Con una bibliografía selecta. *Revista de la Escuela colombiana de ingeniería*. N° 72 ISSN 0121-5132. Octubre-diciembre de 2008. pp. 37-70

Chávarri, J. L. C. (2009). Evolución de la genética avícola. *Selecciones avícolas*, 51(1), 15-19. Recuperado 03 02 2024 de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2855557>.

Chemistry, S. f. (1979). LCA Methodology and Criteria.

Cheng, Z., Jia, Y., Bai, Y., Zhang, T., Ren, K., Zhou, X., Zhai, Y., Shen, X., & Hong, J. (2023b). Intensifying the environmental performance of chicken meat production in China: From perspective of Life Cycle assessment. *Journal of Cleaner Production*, 384, 135603. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.135603>

Consoli, F., Allen D., Boustead I., Fava J., Franklin W., Jensen A., de Oude N., Parrish R., Perriman R., Postlewaite D., Quay B., Séguin J., Bigon B. (eds) (1993). Guidelines for life cycle assessment: A code of practice. Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC); Brussels, Belgium.

Costantini, M., Ferrante, V., Guarino, M., & Bacenetti, J. (2021). Environmental sustainability assessment of poultry productions through life cycle approaches: A critical review. *Trends in Food Science & Technology*, 110, 201-212. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.01.086>

De Alvarenga, R. F., Da Silva Júnior, V. P., & Soares, S. R. (2012). Comparison of the ecological footprint and a life cycle impact assessment method for a case study on Brazilian broiler feed production. *Journal of Cleaner Production*, 28, 25-32. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2011.06.023>

De Vries, M., & De Boer, I. (2010). Comparing Environmental Impacts for Livestock products: A review of Life cycle Assessments. *Livestock Science*, 128(1-3), 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2009.11.007>

Da Silva Lima, N. D., De Alencar Nääs, I., García, R. G., & De Moura, D. J. (2019). Environmental impact of Brazilian broiler production process: Evaluation using life cycle

assessment. *Journal of Cleaner Production*, 237, 117752.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.117752>

Da Silva, V. P., Van Der Werf, H. M., Soares, S. R., & Corson, M. S. (2014). Environmental Impacts of French and Brazilian broiler chicken production scenarios: An LCA approach. *Journal of Environmental Management*, 133, 222-231.
<https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2013.12.011>

Donato, L. B. (2011). Estimation of the potential consumption of diesel for agricultural tasks, transportation and grains drying in the agricultural sector (in Spanish). Recuperado 03 01 2020 de: <http://inta.gov.ar/sites/default/files/script-tmp-consumo3.pdf>.

Dong H, Mangino J, McAllister TA, Hatfield JL, Johnson DE, Lassey KR, Aparecida de Lima M, Romanovskaya A, Bartram D, Gibb D, Martin JH (2006) Capítulo 10: emisiones del ganado y el manejo del estiércol. En “Directrices del IPCC para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, vol. 4: agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra”. Programa nacional de inventarios de gases de efecto invernadero. Recuperado 03 09 2023 de
https://www.ipccnggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/4_Volume4/V4_10_Ch10_Livestock.pdf.

Dottavio, A. M., & Di Masso, R. J. (2010). Mejoramiento avícola para sistemas productivos semi-intensivos que preservan el bienestar animal. *BAG. Journal of basic and applied genetics*, 21(2), 0. Recuperado 03 09 2023 de
<https://ppct.caicyt.gov.ar/index.php/bag/article/view/44/0>.

Echazarreta, J. et al., (2022). Estudio de Huella de Carbono y huella de Agua al Sector Avícola. INTI. 20 de mayo de 2022. Recuperado 03 09 2023 de
<https://epd.inti.gob.ar/assets/uploads/estudios-sectoriales/Huellas-ambientales-espanol-Cepa.pdf>.

Enciso, K., & Burkart, S. (2017). Preferencias de consumidores y segmentación del mercado para una carne diferenciada con menor impacto ambiental. Cali, Colombia: Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT).

- EPD. (2020). PCR: Meat of poultry (fresh, frozen or chilled) product category classification: un CPC (Centro Provincial de Convenciones) (Centro Provincial de Convenciones) 2112, 2114, 2117. Versión 3.0.
- FAO (2016). Greenhouse gas emissions and fossil energy use from poultry supply chains: Guidelines for assessment. Livestock Environmental Assessment and Performance Partnership. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, Italy. Recuperado 04 04 2021 de <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/2a95fcfe-d20d-4b51-9813-4a190038abb1/content>.
- FAO. 2018. World Livestock: Transforming the livestock sector through the Sustainable Development Goals. Rome. 222 pp. <https://doi.org/10.4060/ca1201en>. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO
- FAO. 2023. Food Outlook – Biannual report on global food markets. Rome. <https://doi.org/10.4060/cc3020en>
- Fava, J. A. (Ed.). (1993). A conceptual framework for life-cycle impact assessment. Society of Environmental Toxicology and Chemistry and SETAC Foundation for Environmental Education.
- Fernández, R., Rush, P., & Plencovich, M. C. (2020). Agroecología y agricultura industrial: ¿dos culturas irreconciliables? *Agronomía & Ambiente*, 39(2).
- Florio, F. (2018). Industria Avícola Orgánica. (Escuela de Administración y Negocios). Universidad de San Andrés, Victoria, Buenos Aires.
- Gange, J. M. (2016). Cama de pollo en Entre Ríos. Concepción del Uruguay. ER: INTA
- Gange, J.M. (2022). Proyecto estructural INTA. Desarrollo sustentable de la avicultura pampeana.
- García Martínez, P. (2019). Análisis de ciclo de vida aplicado a la producción de tomate bajo abrigo en Almería. (Ingeniería Ambiental). Escuela Técnica Superior de Ingeniería, Almería.
- García, A. L. (2012). La producción familiar en el complejo avícola entrerriano: trayectorias, estrategias y transformaciones. In VII Jornadas de Sociología de la UNLP (Universidad

Nacional de La Plata). Departamento de Sociología de la Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación.

Gómez Daza, E. (2012). Estudio de gestión ambiental para la empresa avícola "Agrícola Mercantil del Cauca- AGRICCA S.A. (Maestría en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente). Universidad de Manizales, Manizales, Colombia.

González-García, S., Gómez-Fernández, Z., Días, A. C., Feijoo, G., Moreira, M. T., & Arroja, L. (2014). Life cycle assessment of broiler chicken production: a Portuguese case study. *Journal of Cleaner Production*, 74, 125-134. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.03.067>

Granda Cuenca, B. (2017). Manejo Agroecológico para la producción de pollos camperos, en el sector Las Lagunas, parroquia El Valle, Cantón Loja. (Ingeniero en Administración y producción Agropecuaria). Universidad Nacional de Loja, Loja, Ecuador.

Los orígenes de la avicultura | HIPRA. (s. f.). Recuperado 10 05 2023 de <https://www.hipra.com/es/1-los-origenes-de-la-avicultura>.

Hunt, Robert G. & Franklin, William E. (1996). LCA- How it came about: Personal Reflections on the Origin and the Development of LCA in the USA.

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. (2016). Plan estratégico institucional 2015-2030: Un INTA comprometido con el Desarrollo Nacional. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: INTA.

IPCC. (2019). Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. Revisión 2019. Obtenido de Volumen 4: Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra: <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2019rf/vol4.html>

ISO 14040. (2006). Environmental management -- Life cycle assessment -- Principles and framework.

ISO 14041:1998(E). Environmental management – Life cycle assessment – Goal and scope definition and inventory analysis. International Standard Organization.

ISO 14042:2000 (E). Environmental management – Life cycle assessment – Life cycle impact assessment. International Organization for Standardization.

- ISO 14043. (2000). Environmental management -- Life cycle assessment -- Life cycle interpretation.
- ISO 14044. (2008). Environmental Management. Life Cycle Assessment Requirements and Guidelines. ISO.
- Kalhor, T., Rajabipour, A., Akram, A., & Sharifi, M. A. (2016). Environmental Impact assessment of chicken meat production using life cycle assessment. *Information Processing in Agriculture*, 3(4), 262-271. <https://doi.org/10.1016/j.inpa.2016.10.002>
- Laurance, W. F., Sayer, J., & Cassman, K. G. (2014). Agricultural expansion and its impacts on tropical nature. *Trends in ecology & evolution*, 29(2), 107-116. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2013.12.001>
- Leinonen, I., Williams, A., Wiseman, J., Guy, J., & Kyriazakis, I. (2012). Predicting the environmental impacts of chicken systems in the United Kingdom through a life cycle assessment: Broiler production systems. *Poultry Science*, 91(1), 8-25. <https://doi.org/10.3382/ps.2011-01634>
- López-Andrés, J. J., Aguilar-Lasserre, A. A., Morales-Mendoza, L. F., Azzaro-Pantel, C., Pérez-Gallardo, J. R., & Rico-Contreras, J. O. (2018). Environmental impact assessment of chicken meat production via an integrated methodology based on LCA, simulation and genetic algorithms. *Journal of Cleaner Production*, 174, 477-491. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.10.307>
- Lon-Wo, E. (2003). La producción avícola y la contaminación ambiental. La nutrición y la fisiología digestiva en la producción de animales monogástricos y su impacto ambiental. Mérida, Yucatán, México. Recuperado 07 10 2023 de http://www.avpa.ula.ve/eventos/viii_encuentro_monogastricos/memorias/conferencia-5.pdf.
- Márgenes Agropecuarios. 2019. Resultados económicos. Buenos Aires: Márgenes Agropecuarios. Recuperado 02 06 2022 de <https://www.margenes.com/archives/date/2019>.
- Martinelli, G. D. C., Vogel, E., Decian, M., Farinha, M. J. U. S., Bernardo, L. V. M., Borges, J. A. R., García, R. G., & Ruviaro, C. F. (2020). Assessing the eco-efficiency of different poultry production systems: An approach using life cycle assessment and economic value

added. *Sustainable Production and Consumption*, 24, 181-193.
<https://doi.org/10.1016/j.spc.2020.07.007>

Martín, S. M., & Breeders, H. P. (2004). Evolución de la genética avícola de puesta. *MG Mundo ganadero*, 15(168), 56-59. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2951429>

Maya Henao, F. (2016). *Procesos de Producción de Alimentos balanceados. (Práctica Profesional Presentada Para Optar al Título de Zootecnia)*. Facultad Ciencias Administrativas Agropecuarias, Caldas.

McKinsey & Company. (2021). Por qué el futuro del automóvil es eléctrico. Recuperado 03 11 2023 de <https://www.mckinsey.com/featured-insights/destacados/por-que-el-futuro-del-automovil-es-electrico/es>.

Minaglia, M. (2015). Aplicación de indicadores de sostenibilidad en base a consumo e impacto ambiental relacionado al agua en pos de optimizar la gestión en la cadena productiva. (Maestría en Gestión integrada de los recursos hídricos). Universidad Nacional del Litoral.

Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca. (2022). Anuario Avícola. SSGyPA. Recuperado 10 02 2023 de: https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/aves/informes/boletines/_archivos//000001_Anuario%20Avicola%202022.pdf.

Ministerio de Hacienda y Finanzas Públicas. (2016). Informe de Cadenas de Valor. Año 1-Nº5-Julio 2016. Recuperado 02 2023 de https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/sspe_cadena_de_valor_aviar.pdf.

Ministerio de Agroindustria (s/f). Manual de avicultura. Recuperado 03/02/2023 de: https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/manual_de_avicultura_2oano.pdf.

Núñez, D. (2018). “Impacto ambiental de la industria cárnica bovina y sus derivados. Enfoque de Ciclo de Vida”. [Maestría en Ingeniería Ambiental. Universidad Tecnológica Nacional].
<https://ria.utn.edu.ar/bitstream/handle/20.500.12272/2819/Diego%20A.%20Nu%C3%B1ez.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Organización de la Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2013). Recuperado 02 05 2023, de FAO.com: <https://www.fao.org/poultry-production-products/production/es/>
- Organización de la Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2022). Recuperado 2022, de <https://www.un.org/es/desa-es/la-poblaci%C3%B3n-mundial-llegar%C3%A1-8000-millones-en-2022>
- Orús, A. (2023). “Consumo de carne a nivel mundial por tipo 1990-2022”. Statista. Recuperado 30 08 2023. de <https://es.statista.com/estadisticas/1330024/consumo-de-carne-a-nivel-mundial-por-tipo/>.
- Palacios, E. P. (2003). “El complejo agroindustrial avícola argentino. Reconversión y perspectiva de inserción en el mercado regional e internacional”. [Tesis de Maestría en Integración Latinoamericana. UNLP. La Plata.]
- Paullán Huaraca, J.L. (2019). “La caracterización de las descargas líquidas y su incidencia en el área de influencia directa de una planta de incubación artificial avícola”. [Magíster en Seguridad e Higiene Industrial y Ambiental. Universidad Técnica de Ambato.] <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/29347>
- Pelletier, N. (2008). Environmental performance in the US broiler poultry sector: life cycle energy use and greenhouse gas, ozone depleting, acidifying and eutrophying emissions. *Agricultural Systems*, 98(2), 67-73. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2008.03.007>
- Rial Axpe, M. (2020). Comparación del impacto ambiental asociado a distintas tecnologías de vehículos pesados empleando la metodología de Análisis de Ciclo de Vida. Universidad Politécnica de Madrid. (Maestría en Ingeniería Ambiental).
- RETAA. (2020). Informes y Datos. Obtenido de Relevamiento de Tecnología Agrícola Aplicada (ReTAA) de la campaña 2019/20. Recuperado 2022 <https://www.bolsadecereales.com/tecnologia-informes>.
- Romero Rodríguez B. (2003). El Análisis del Ciclo de Vida y la Gestión Ambiental Gestión Ambiental. Tendencias tecnológicas. Boletín IIE. julio-septiembre del 2003. Recuperado 03/11/2023 de https://www.ucipfg.com/Repositorio/MAES/MAES-07/BLOQUE-ACADEMICO/Unidad-3/lecturas/ACV_GA.pdf

- Ruhl, L. (2010). Estrategias competitivas en la industria avícola de la costa del Río Uruguay. (Maestría en administración y dirección de empresas y negocios). Concepción del Uruguay, Entre Ríos, Argentina. Recuperado 02 16 2023 de <http://repositorio.ucu.edu.ar/xmlui/handle/522/266>.
- Russell, A. J., Ekvall, T., & Baumann, H. (2005b). Life Cycle Assessment – Introduction and Overview. *Journal of Cleaner Production*, 13(13-14), 1207-1210. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2005.05.008>
- SABIDURÍA. Provincia de Entre Ríos. Colección Documentos Técnicos N° 11. Buenos Aires. Licencia: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.
- Sánchez, J., Domínguez, R., León, M., Samaniego, J., & Sunkel, O. (2019). Recursos naturales, medio ambiente y sostenibilidad: 70 años de pensamiento de la CEPAL. Cepal. Recuperado 03 11 2023 de <https://www.cepal.org/es/publicaciones/44785-recursos-naturales-medio-ambiente-sostenibilidad-70-anos-pensamiento-la-cepal>
- SENASA. (2015). Complejo Avícola. Argentina: Ministerio de Economía. https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/sspmicro_cadenas_de_valor_aviar_uv.pdf
- Simapro. (2016). Life Cycle Assessment Software Versión 8.2. Pré Consultants.
- Skunca, D., Tomasevic, I., & Djekic, I. (2015). Environmental Performance of the Poultry Meat Chain – LCA Approach. *Procedia Food Science*, 5, 258-261. <https://doi.org/10.1016/j.profoo.2015.09.074>
- Skunca, D., Tomasevic, I., Zdolec, N., Kolaj, R., Aleksiev, G., & Djekic, I. (2017). Consumer-perceived quality characteristics of chicken meat and chicken meat products in Southeast Europe. *British Food Journal*, 119(7), 1525-1535. <https://doi.org/10.1108/bfj-11-2016-0547>
- Suárez Vera, S. (2017). “Evaluación del impacto ambiental potencial generado en la producción de carne de pollo mediante la metodología de análisis ciclo de vida “ACV” por atributos de la puerta a la puerta”. [Magister en Ciencias y Tecnologías Ambientales. Universidad Santo Tomás, Bucaramanga]. <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/16951?show=full>

- Tesei, P. (2018, 09 28). LinkedIn.com. Retrieved 06 02, 2023, from <https://es.linkedin.com/pulse/breve-historia-de-la-avicultura-argentina-pablo-tesei>
- Trevisi, D. (2021, 03 15). La avicultura alternativa en Argentina. Retrieved 01 15, 2023, from Engormix: https://www.engormix.com/avicultura/avicultura-alternativa/avicultura-alternativa-argentina-daniela_v62386/
- Usva, K., Hietala, S., Nousiainen, J., Vorne, V., Vieraankivi, M., Jallinoja, M., & Leinonen, I. (2023). Environmental Life cycle assessment of Finnish broiler chicken production – focus on climate change and water scarcity impacts. *Journal of Cleaner Production*, 410, 137097. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.137097>
- Vínculos. (2005). “Entrevista al presidente de Las Camelias” “Granja de abuelos”. VINCULOS (104), 6-7.
- Vera J, E, Almada, N, Carubelli, M, Bernigaud, I, Gange, J, M, Bertolino, L, 2018. La gasificación como alternativa de valorización energética de cama de pollo en entre ríos, II Jornadas Internacionales y IV Nacionales de Ambiente, Tandil, 17 al 19 de octubre de 2018. https://www.researchgate.net/publication/328996858_Gasificacion_as_an_alternative_of_energy_valorization_of_poultry_litter_in_Entre_Ríos.
- Wang, S., & Huang, D. (2005). Assessment of Greenhouse Gas Emissions from Poultry Enteric Fermentation. *Asian-australasian journal of animal sciences*, 18(6), 873-878. <https://doi.org/10.5713/ajas.2005.873>
- Werner, F. (2005). Historia Ampliada y comentada del análisis de ciclo de vida (ACV). (citado por Chacón Vargas 2008).
- Wang, S., & Huang, D. (2005). Assessment of Greenhouse Gas Emissions from Poultry Enteric Fermentation. *Asian-australasian journal of animal sciences*, 18(6), 873-878. <https://doi.org/10.5713/ajas.2005.873>
- Woeffray, E. (2021). Manual de cálculos para el diseño de plantas de faena avícolas. EDUNER. ISBN 9789506984915. (94)

ANEXO

ANEXO I: Perfiles ambientales utilizados y generados.

Perfil -requerido en Inventarios-	Perfil -seleccionado en Bases de datos-	Cantidad	kg CO ₂ eq	kg SO ₂ eq	kg PO ₄ ³⁻ eq	kg NMVOC	Kg Sb	Mj	m ³ eq	kg CFC-11 eq
			Total of all compartments	kg SO ₂ eq	kg PO ₄ ³⁻ eq	kg NMVOC	kg Sb eq	MJ	m ³ eq	kg CFC-11 eq
2,4-D	2,4-dichlorophenol {GLO} market for Cut-off, U	1 kg	3.95E+00	1.63E-02	6.89E-03	1.60E-02	5.03E-05	7.02E+01	3.00E+00	1.02E-06
Atrazina	Atrazine {GLO} market for Cut-off, U	1 kg	8.48E+00	3.34E-02	1.43E-02	2.37E-02	1.34E-04	1.23E+02	5.87E+00	1.61E-06
Azodicarbonamida	Azodicarbonamide {GLO} market for azodicarbonamide Cut-off, U	1 kg	1.41E+01	7.18E-02	4.77E-02	4.00E-02	2.71E-04	1.58E+02	1.39E+01	4.75E-01
Azufre	Ammonium sulphate, as 100% (NH ₄) ₂ SO ₄ (NPK 21-0-0), at plant/RER Mass	1 kg	5.81E-01	7.45E-04	6.02E-05	5.46E-04	5.87E-08	1.35E+01	1.01E-02	4.26E-09
Bezimidazol	Benzimidazole-compound {GLO} market for Cut-off, U	1 kg	7.87E+00	3.39E-01	2.35E-02	5.28E-02	1.64E-04	1.28E+02	6.60E+00	1.18E-06

Camioneta asesoramiento gasoil	Diesel {BR} market for diesel Cut-off, U	1 kg	4.67E-01	4.55E-03	6.43E-04	3.46E-03	6.70E-07	5.00E+01	1.63E-02	6.43E-02
Camioneta asesoramiento nafta	Transport, passenger car, large size, petrol, EURO 5 {GLO} market for Cut-off, U	1 km	4.08E-01	1.13E-01	3.27E-02	1.06E-02	5.83E-04	5.33E-03	3.78E+00	5.86E-06
Cipermetrina	Cypermethrin, at plant/RER Mass	1kg	1.20E+01	5.91E-02	6.66E-03	2.45E-02	4.99E-02	1.53E+02	1.06E+00	1.82E-01
Clorsulfuron	Chlorsulfuron, at plant/RER Mass	1kg	6.49E+00	3.54E-02	5.72E-03	1.41E-02	3.44E-02	8.13E+01	6.34E-01	1.09E-01
Dicamba	Dicamba, at plant/RER Mass	1kg	1.66E+01	7.48E-02	6.86E-03	3.25E-02	5.85E-02	2.07E+02	1.32E+00	2.24E-06
Ditiocarbamato	Dithiocarbamate-compound {GLO} market for Cut-off, U	1kg	5.81E+00	1.51E-01	1.26E-02	2.82E-02	3.15E-04	8.78E+01	4.81E+00	7.24E-07
Diuron.	Diuron, at plant/RER Mass	1kg	1.99E+01	8.70E-02	7.34E-03	3.97E-02	6.59E-07	2.47E+02	1.48E+00	2.50E-06
Fósforo (P2O5)	Phosphate fertiliser, as P2O5 {GLO} market for Cut-off, U	1kg	2.12E+00	2.62E-02	8.17E-03	9.81E-03	8.85E+00	2.81E+01	1.93E+00	1.41E-07
Fungicida	Fungicide, at plant/RER Mass	1kg	1.22E+01	6.02E-02	5.94E-03	2.49E-02	4.55E-07	1.51E+02	9.98E-01	1.76E-06
Quema Gasoil (MJ)	Diesel, burned in agricultural	MJ	1.24E-01	9.38E-04	2.21E-04	1.21E-03	1.39E-06	1.57E+00	9.53E-03	1.65E-08

	machinery {GLO} diesel, burned in agricultural machinery Cut-off, U									
Gasoil (producción y quema) Kg	Diesel {BR} market for diesel Cut-off, U	1kg	4.67E-01	4.55E-03	6.43E-04	3.46E-03	6.70E-07	5.00E+01	1.63E-02	6.43E-02
Glifosato	Glyphosate {GLO} market for Cut-off, U	1kg	1.12E+01	4.91E-02	5.47E-02	3.76E-02	1.55E-04	1.51E+02	1.07E+01	2.30E-06
Herbicida	Herbicide, at plant/RER Mass	1kg	1.76E+01	8.12E-02	7.01E-03	3.54E-02	6.01E-07	2.19E+02	1.35E+00	2.34E-06
Insecticida	Insecticide, at plant/RER Mass	1kg	6.84E-02	6.84E-02	6.38E-03	2.79E-02	4.91E-07	1.63E+02	1.12E+00	2.03E-06
Fosfato monoamónico como N	Nitrogen fertiliser, as N {RoW} monoammonium phosphate production Cut-off, U	1 kg	3.09E+00	3.10E-02	1.14E-02	1.16E-02	1.26E-04	4.17E+01	6.62E+00	2.25E-07
Fosfato monoamónico como N	monoammonium phosphate {RoW} market for monoammonium phosphate Cut-off, U	1kg	9.50E-01	5.20E-03	1.50E-03	3.30E-03	2.13E-05	1.13E+01	3.90E-01	5.64E-08
Fosfato diamónico como fosfato	Diammonium phosphate {RoW} market	1kg	1.67E+00	1.51E-02	5.37E-03	6.07E-03	6.04E-05	2.24E+01	3.13E+00	1.23E-07

	for diammonium phosphate Cut-off, U									
Fosfato diamónico como pentóxido de difósforo	Phosphate fertiliser, as P2O5 {RoW} diammonium phosphate production Cut-off, U	1 kg	1.69E+ 00	1.40E- 02	5.15E- 03	5.51E- 03	5.54E- 05	2.19E+ 01	3.03E+0 0	1.01E- 07
Metolachlor	Metolachlor {GLO} market for Cut-off, U	1kg	8.72E+ 00	2.91E- 01	1.30E- 02	5.19E- 02	1.18E- 04	1.61E+ 02	7.82E+0 0	9.93E- 07
Nitrógeno (N)	Urea, as N {RoW} production Cut-off, U	1kg	1.64E+ 00	7.30E- 03	2.30E- 03	4.20E- 03	2.23E- 05	2.84E+ 01	3.61E+0 0	9.43E- 08
Paraquat	Paraquat, at plant/RER Mass	1kg	1.24E+ 01	5.80E- 02	6.54E- 03	2.44E- 02	5.00E- 02	1.57E+ 02	1.05E+0 0	1.76E- 03
Piretroide	Pyrethroid- compound {GLO} market for Cut-off, U	1 kg	1.65E+ 01	6.89E- 02	2.16E- 02	4.92E- 02	6.25E- 03	2.39E+ 02	- 1.10E+0 1	1.86E- 06
Piretroide ester	Pyrethroid ester insecticides, at plant/RER Mass	1kg	7.42E+ 00	3.97E- 02	5.87E- 03	1.57E- 02	3.69E- 07	9.24E+ 01	7.12E- 01	1.23E- 01
Quema Gasoil	Diesel, burned in agricultural machinery {GLO} diesel, burned in	1Mj	1.24E- 01	9.38E- 04	2.21E- 04	1.21E- 03	1.39E- 06	1.57E+ 00	9.53E- 03	1.65E- 08

	agricultural machinery Cut-off, U									
Regulador de crecimiento	Growth regulators, at regional storehouse/RER U	1 kg	1.79E+01	8.11E-02	6.65E-03	3.54E-02	5.97E-07	2.21E+02	1.39E+00	2.39E-06
Semilla maíz	Maize seed, for sowing {GLO} market for Cut-off, U	1 kg	1.96E+00	1.20E-02	1.22E-02	7.32E-03	2.00E+00	1.77E+01	2.79E-01	1.10E-07
Semilla Soja	Soybean seed, for sowing {GLO} market for Cut-off, U	1 kg	2.68E+00	3.47E-03	8.23E-03	4.55E-03	1.17E-05	3.63E+00	9.91E-02	6.75E-03
Sulfonil úrea	[sulfonyl]urea-compound {GLO} market for Cut-off, U	1 kg	1.09E+01	7.90E-02	2.41E-02	4.04E-02	1.84E-04	1.52E+02	9.00E+00	6.03E-01
Superfosfato triple	Triple superphosphate, as 80% Ca(H ₂ PO ₄) ₂ (NPK 0-48-0), at plant/RER Mass	1 kg	5.30E-01	2.30E-03	9.20E-04	2.40E-03	1.34E-06	1.13E+01	4.20E-02	5.70E-09
Trifluralin	Trifluralin, at plant/RER Mass	1 kg	1.39E+01	6.80E-02	6.00E-03	3.00E-02	4.71E-07	1.67E+02	1.13E+00	2.03E-01
UREA como N	Urea, as 100% CO(NH ₂) ₂ (NPK 46.6-0-0), at plant/RER Mass	1 kg	6.20E-01	1.10E-03	1.10E-04	9.40E-04	1.13E-07	2.49E+01	2.30E-02	5.41E-09

Urea	Urea, as N {GLO} market for Cut-off, U	1 kg	4.66E+00	1.86E-02	5.71E-03	8.72E-03	4.85E-05	5.62E+01	7.64E+00	1.76E-07
Aceite lubricante	Lubricating oil {RoW} market for lubricating oil Cut-off, U	1 kg	1.36E+00	8.24E-03	1.94E-03	2.72E-02	2.02E-05	6.04E+01	3.87E-01	5.98E-07
Triazine compounds	Triazine-compound, unspecified {GLO} market for Cut-off, U	1 kg	9.15E+00	3.92E-02	1.60E-02	2.55E-02	1.24E-04	1.31E+02	6.50E+00	1.84E-06
Hexano	Hexane {GLO} market for Cut-off, U	1 kg	5.37E-01	4.15E-03	8.61E-04	8.70E-03	9.96E-06	3.79E+01	3.29E-01	4.68E-07
Hipoclorito de sodio sólido	Sodium hypochlorite, without water, in 15% solution state {RoW} market for sodium hypochlorite, without water, in 15% solution state Cut-off, U	1 kg	2.55E+00	1.22E-02	4.94E-03	7.89E-03	4.70E-05	2.76E+01	2.33E+00	1.40E-06
Hipoclorito de sodio líquido	Sodium hypochlorite/RE R	1 kg	9.29E-01	2.68E-03	2.90E-04	1.90E-03	1.74E-08	1.11E+01	4.53E+00	6.40E-08
Sulfato de aluminio	Aluminium sulfate, powder {RoW} market	1 kg	8.24E-01	7.98E-03	1.91E-03	3.58E-03	2.99E-05	9.99E+00	4.70E-01	4.68E-08

	for aluminium sulfate, powder Cut-off, U										
Detergente	Soap {GLO} market for Cut-off, U	1 kg	5.30E+00	1.85E-02	8.08E-02	1.42E-02	4.15E-05	1.87E+01	1.00E+01	2.93E-07	
Agua de grifo en kg	Tap water {RoW} tap water production, underground water without treatment Cut-off, U	1 kg	2.11E-04	8.08E-07	5.47E-07	4.46E-07	6.29E-10	2.44E-03	4.30E-02	9.36E-12	
Agua de red	Tap water {RoW} market for Cut-off, U	1 kg	1.05E-03	4.55E-06	2.25E-06	3.21E-06	4.90E-09	1.19E-02	4.30E-02	3.28E-10	
Amoniaco	ammonia, anhydrous, liquid {RoW} market for ammonia, anhydrous, liquid Cut-off, U	1 kg	3.27E+00	8.34E-03	3.03E-03	5.72E-03	1.57E-05	3.75E+01	2.43E+00	6.94E-08	
Cáscara de arroz	Rice husk (raw), at processing/CN Mass	1 kg	1.34E+00	1.01E-02	4.71E-03	3.57E-03	8.25E-08	9.44E+00	7.53E+00	2.52E-09	
Cama de pollo aserrín	Saw dust, wet, measured as dry mass {GLO} market for Cut-off, U	1 kg	3.39E-02	1.61E-04	5.73E-05	1.55E-04	6.55E-08	4.01E-01	5.62E-03	2.24E-09	

Cartón corrugado	Corrugated board box {RoW} market for corrugated board box Cut-off, U	1 kg	1.05E+00	4.20E-03	2.69E-03	3.67E-03	4.98E-06	1.17E+01	3.42E-01	7.43E-08
Transporte 16-32 t EURO 3	Transport, freight, lorry 16-32 metric ton, euro3 {RoW} market for transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO3 Cut-off, U	tkm	1.71E-01	1.05E-03	2.06E-04	1.35E-03	6.05E-07	2.54E+00	8.58E-03	3.00E-08
Gas Natural quemado en caldera (MJ)	Heat, district or industrial, natural gas {RoW} heat production, natural gas, at boiler modulating >100kW Cut-off, U	1 MJ	6.82E-02	6.21E-05	8.22E-06	6.50E-05	9.37E-09	1.02E+00	3.45E-04	5.25E-09
Carbonato de Calcio	Calcium carbonate > 63 microns, production, at plant EU-27 S	1 kg	3.98E-02	4.85E-05	8.88E-06	9.06E-05	2.22E-10	6.81E-01	1.64E-03	2.88E-09

Azufre	Sulfur {GLO} market for Cut-off, U	1 kg	1.89E-01	9.88E-03	1.16E-04	1.63E-03	4.99E-07	1.60E+01	1.27E-02	1.66E-08
Energía eléctrica Alta red AR	Electricity, high voltage {AR} market for electricity, high voltage Cut- off, U	1 kwh	3.83E-01	1.03E-03	1.29E-04	7.22E-04	2.44E-07	5.54E+00	4.35E-01	3.25E-08
Energía eléctrica Baja red AR	Electricity, low voltage {AR} market for electricity, low voltage Cut- off, U	1 kwh	4.41E-01	1.22E-03	1.74E-04	8.45E-04	2.68E-06	6.37E+00	5.00E-01	3.74E-08
Energía Eléctrica media red AR	Electricity, medium voltage {AR} market for electricity, medium voltage Cut- off, U	1 kwh	3.92E-01	1.07E-03	1.45E-04	7.46E-04	1.49E-06	5.66E+00	4.45E-01	3.32E-08
Afrechillo de trigo	wheat bran {RoW} wheat grain processing, dry milling Cut- off, U	1 kg	3.67E-01	4.68E-03	3.21E-03	1.54E-03	3.99E-06	2.56E+00	3.93E+00	2.22E-08
Expeller de soja	Soybean expeller (pressing), market mix, at regional	1 kg	5.91E-01	5.82E-03	4.73E-03	3.27E-03	1.92E-07	5.67E+00	1.75E+00	8.62E-09

	storage/US Mass									
Harina de soja	Soy meal, at plant/kg/RNA	1 kg	4.88E-01	3.07E-03	4.71E-04	2.69E-03		4.23E+00	2.24E+00	1.20E-09
Harina de carne	Meat and bone meal {RoW} market for meat and bone meal Cut-off, U	1 kg	2.36E-02	2.12E-04	3.45E-05	2.25E-04	7.68E-08	3.36E-01	1.39E-03	3.85E-09
Soja Desactivada	Soybean, heat treated, at processing/NL Mass	1 kg	2.50E+00	4.38E-03	3.97E-03	2.64E-03	1.61E-07	3.99E+00	8.03E-01	5.80E-09
Aceite de soja crudo prensado (masa)	Crude soybean oil (pressing), at processing/AR Mass	1 kg	4.83E+00	1.92E-03	2.14E-03	1.57E-03	8.21E-08	3.16E+00	1.43E-01	5.98E-09
Aceite de soja crudo prensado(económico)	Crude soybean oil (pressing), at processing/AR Econ	1 kg	1.36E+01	4.89E-03	5.94E-03	3.79E-03	2.31E-07	7.80E+00	4.07E-01	1.68E-08
Aceite de soja crudo solvente	Crude soybean oil (solvent), at processing/AR Mass	1 kg	4.94E+00	2.19E-03	2.15E-03	2.48E-03	8.60E-08	5.35E+00	1.44E-01	6.19E-09
Hexano	Hexane, at plant/RER Mass	1 kg	9.41E-01	4.05E-03	2.72E-04	2.64E-03	1.56E-07	5.56E+01	1.22E-02	1.04E-08
Vapor de agua	Process steam from natural gas, heat plant, consumption mix, at plant,	1 MJ	8.11E-02	7.37E-05	8.57E-06	8.13E-05	2.95E-09	1.30E+00	3.42E-03	1.38E-10

	MJ, EU-27 S System - Copied from ELCD									
Aceite mineral	White mineral oil, at plant/RNA System - Copied from USLCI	1 kg	1.75E+00	1.00E-02	8.75E-04	1.08E-02		6.69E+01		1.77E-10
Vertedero residuos biodegradables	Landfill of biodegradable waste EU-27 System - Copied from ELCD	1 kg	5.48E-01	3.56E-04	2.40E-03	4.92E-04	5.47E-09	1.01E+00	9.28E-03	2.96E-09
Tratamiento de aguas residuales	Waste water treatment, domestic waste water according to the Directive 91/271/EEC concerning urban waste water treatment, at waste water treatment plant EU-27 S System - Copied from ELCD	1 kg	2.85E-02	6.81E-05	1.57E-05	6.11E-05	3.65E-10	7.93E-02	-3.96E-02	1.77E-10
GLP (en Litros)	LPG, combusted in industrial boiler, at pulp and paper mill (EXCL.)/I/RNA	1 l	2.04E+00	2.20E-03	2.89E-04	3.50E-03		2.73E+01	1.00E-02	8.03-11

Arroz Blanco en procesamiento	White rice (raw), at processing/CN Mass	1 kg	1.28E+00	9.63E-03	4.51E-03	3.41E-03	7.89E-08	9.02E+00	7.20E+00	2.41E-09
Salvado de arroz crudo	Rice bran (raw), at processing/CN Mass	1 kg	1.34E+00	1.01E-02	4.72E-03	3.57E-03	8.26E-08	9.44E+00	7.54E+00	2.52E-09
Cáscara de arroz en crudo	Rice husk (raw), at processing/CN Mass	1 kg	1.34E+00	1.01E-02	4.71E-03	3.57E-03	8.25E-08	9.44E+00	7.53E+00	2.52E-09
Arroz quebrado	Rice brokens (raw), at processing/CN Mass	1 kg	1.28E+00	9.63E-03	4.51E-03	3.42E-03	7.89E-08	9.03E+00	7.21E+00	2.41E-09
Arroz mezcla	Rice, market mix, at regional storage/CN Mass	1 kg	8.36E-01	5.48E-03	4.41E-03	1.77E-03	7.99E-08	2.81E+00	7.30E+00	2.21E-09
Vapor de proceso de gas natural	Process steam from natural gas, heat plant, consumption mix, at plant, MJ, EU-27 S System - Copied from ELCD	1 MJ	8.11E-02	7.37E-05	8.57E-06	8.13E-05	2.90E-09	1.30E+00	3.42E-03	1.38E-10
Tratamiento Aguas residuales	Waste water treatment, domestic waste water according to the Directive	1 kg	2.85E-02	6.81E-05	1.57E-05	6.11E-05	3.65E-10	7.93E-02	-3.86E-02	1.77E-10

	91/271/EEC concerning urban waste water treatment, at waste water treatment plant EU-27 S System - Copied from ELCD									
Cloruro de sodio	Sodium chloride, powder {GLO} market for Cut-off, U	1 kg	2.68E-01	1.49E-03	6.45E-04	1.06E-03	1.39E-05	2.85E+00	1.48E-01	1.51E-08
Perfiles generados a partir de otros perfiles SIMAPRO y AWARE										
Gasoil (producción y quema) Litros	Creado a partir de Diesel, burned in agricultural machinery {GLO} diesel, burned in agricultural machinery Cut-off, U	1 l	4.74E+00	3.59E-02	8.45E-03	4.63E-02	5.32E-05	6.01E+01	3.65E-01	6.31E-07
Gas Natural en caldera (m ³)	Creado a partir del perfil: Heat, district or industrial, natural gas {RoW} heat production,	1m3	2.37E+00	2.16E-03	2.86E-04	2.26E-03	3.26E-07	3.55E+01	1.20E-02	1.83E-07

	natural gas, at boiler modulating >100kW Cut-off, U									
GLP kg	Creado a partir de LPG, combusted in industrial boiler, at pulp and paper mill (EXCL.)/I/RNA	1 kg	3.80E+00	4.10E-03	5.38E-04	6.52E-03	0.00E+00	5.08E+01	1.86E-02	1.49 E-10
Agua red en m ³	Creado a partir de Tap water {RoW} market for Cut-off, U	1m ³	1.05E-06	4.55E-09	2.25E-09	3.21E-09	4.90E-12	1.19E-05	4.30E-05	3.28E-13
Agua de grifo en m ³	Creado a partir de Tap water {RoW} tap water production, underground water without treatment Cut-off, U	1m ³	2.11E-07	8.08E-10	5.47E-10	4.46E-10	6.29E-13	2.44E-06	4.30E-05	9.36E-15
Agua Argentina en m ³	Creado a partir de Agua de grifo en m3	1m ³	2.11E-07	8.08E-10	5.47E-10	4.46E-10	6.29E-13	2.44E-06	3.00E-01	9.36E-15
Harina de soja Argentina	Creado a partir de Soybean meal (solvent), at	1 kg	2.60E-01	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.26E+00	9.00E-02	0.00E+00

	processing/AR Ec									
Harina de soja cadena	Creado a partir de Soybean meal (solvent), at processing/AR EC	1 kg	5.36E-01	2.50E-03	1.12E-03	1.31E-03	3.41E-05	6.68E+00	2.96E-01	1.05E-03
Expeller de soja Argentina	Creado a partir de Soybean expeller (pressing), at processing/AR Economic	1 kg	1.67E-01	4.55E-04	2.89E-04	2.68E-04	9.40E-06	1.07E+00	8.73E-02	6.63E-10
Soja desactivada Argentina	Creado a partir de Soybean, heat treated, at processing/NL Mass	1 kg	2.04E-01	5.48E-04	3.60E-04	3.21E-04	1.18E-05	1.26E+00	1.00E-01	3.15E-10
Cáscara de Arroz Argentina	Creado a partir de White rice (raw), at processing/CN Mass	1 Kg	8.53E-01	1.01E-03	3.28E-03	6.72E-04	7.47E-09	1.38E+00	1.27E-02	4.04E-09
Aceite de soja	Creado a partir de Crude soybean oil (solvent), at processing/AR Mass	1kg	7.76E-01	3.63E-03	1.62E-03	1.90E-03	4.94E-05	9.68E+00	4.28E-01	1.52E-03
Perfiles generados por este proyecto										
Maíz grano Córdoba	Creado en este proyecto	1 kg	1.08E-01	2.22E-04	8.77E-05	9.92E-05	3.94E-03	5.82E-01	3.02E-02	1.14E-04

Maíz grano Entre Ríos	Creado en este proyecto	1 kg	1.70E-01	3.91E-04	1.49E-04	1.70E-04	5.44E-03	9.94E-01	5.79E-02	1.51E-04
Maíz Proyecto	Creado en este proyecto Promedio	1 kg	1.20E-01	2.58E-04	1.01E-04	1.14E-04	1.00E-02	9.90E-01	6.00E-02	1.22E-04
Soja grano Córdoba	Creado en este proyecto	1 kg	1.84E-01	3.49E-04	6.50E-04	5.64E-04	8.70E-06	2.01E+00	1.76E-01	7.45E-04
Soja grano Entre Ríos	Creado en este proyecto	1 kg	3.15E-01	1.07E-03	2.51E-04	2.26E-04	1.30E-05	8.82E-01	3.24E-02	4.41E-04
Soja Proyecto	Creado en este proyecto Promedio	1 kg	2.00E-01	5.45E-04	3.60E-04	3.17E-04	1.18E-05	1.20E+00	1.00E-01	0.00E+00
Alimento Balanceado N°1: Pre INICIADOR	Creado en este proyecto	1 kg	2.72E-01	7.91E-04	2.28E-04	8.09E-04	5.42E-03	3.04E+00	8.26E-02	6.62E-05
Alimento Balanceado N°2: Iniciador	Creado en este proyecto	1 kg	2.61E-01	8.66E-04	2.73E-04	8.49E-04	5.93E-03	2.89E+00	8.35E-02	7.55E-05
Alimento Balanceado N°3: Terminador	Creado en este proyecto	1 kg	2.65E-01	8.77E-04	2.77E-04	1.17E-03	6.33E-03	2.94E+00	8.53E-02	8.64E-05
AB N°4: Retiro	Creado en este proyecto	1 kg	2.68E-01	8.87E-04	2.82E-04	8.57E-04	6.45E-03	2.96E+00	8.70E-02	8.96E-05
Alimento Balanceado N°1.: RBB	Creado en este proyecto	1 kg	2.92E-01	7.22E-04	1.85E-04	7.55E-04	6.15E-03	3.29E+00	1.07E-01	7.52E-05
Alimento Balanceado N°2: RECRÍA	Creado en este proyecto	1 kg	3.42E-01	2.24E-03	1.23E-03	1.25E-03	5.22E-03	3.52E+00	1.37E+00	6.38E-05
Alimento Balanceado N°3: PREPOSTURA	Creado en este proyecto	1 kg	3.20E-01	1.80E-03	9.28E-04	1.11E-03	5.81E-03	3.39E+00	1.00E+00	7.10E-05
Alimento Balanceado N°4: FASE I	Creado en este proyecto	1 kg	2.78E-01	8.87E-04	2.93E-04	8.14E-04	6.65E-03	3.16E+00	2.24E-01	8.12E-05
Alimento Balanceado N°5: FASE II	Creado en este proyecto	1 kg	2.75E-01	9.19E-04	3.14E-04	8.26E-04	6.80E-03	3.13E+00	2.46E-01	8.31E-05
Alimento Balanceado N°6: FASE III	Creado en este proyecto	1 kg	2.73E-01	9.16E-04	3.11E-04	8.25E-04	6.89E-03	3.11E+00	2.41E-01	8.42E-05

Soja proyecto cadena	Creado en este proyecto	1 kg	5.52E-01	3.01E-03	1.33E-03	1.51E-03	4.32E-05	6.82E+00	3.60E-01	1.33E-03
----------------------	-------------------------	------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------