

**EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL GENERADO POR LA
PRODUCCIÓN DE HUEVOS ECOLÓGICOS A PARTIR DE UN ANÁLISIS DE CICLO
DE VIDA.**

PRESENTADO POR:

Andrés Felipe Landázuri Correa

ID 308825

TUTOR:

Krystle Danitza González Velandia

CORPORACIÓN UNIVERSITARIA MINUTO DE DIOS

BOGOTÁ D.C JUNIO 2018

Contenido

Figuras	5
Tabla	6
Capítulo I Introducción	7
Problemática	9
Justificación	12
Objetivos.....	14
Objetivo general	14
Objetivos específicos	14
Pregunta de investigación.....	15
Capitulo II Marco Teórico	16
Marco de antecedentes.....	16
Análisis de Ciclo de Vida en Alimentos.....	17
Análisis de Ciclo de Vida en Huevos	19
Definición ACV.....	22
Historia del ACV	24
Ventajas del ACV	25
Responsabilidad social de las empresas	28
Etapas para la aplicación de un ACV	29
Definición del objetivo y alcance	29

Análisis de inventario	30
Evaluación de impacto.....	30
Interpretación.....	30
Metodologías para la evaluación de un ACV	30
Proceso para el desarrollo de un ACV.....	31
Software utilizado.....	32
Capítulo III Proceso Productivo del Huevo	34
Definición del huevo	34
Etapas de formación del huevo de gallina	35
Proceso productivo de huevos en Colombia.....	35
Procesos productivos en granjas convencionales	38
Proceso productivo ecológico.....	39
Descripción de la cadena productiva	42
Razas y líneas	42
Esquema de selección para el cruce	44
Impactos ambientales asociados a la producción de huevos	45
Capítulo IV Metodología.....	48
Objetivo y alcance	48
Metodología.....	49
Etapa 1. Llegada de las aves a la granja:	50

Etapa 2. Proceso productivo del huevo ecológico:.....	51
Etapa 3. Distribución y transporte del huevo	51
Etapa 4. Disposición final de la cáscara de huevo.....	51
ACV.....	52
Análisis contaminantes durante el proceso productivo del huevo:.....	55
Capítulo V Resultados.....	56
Características generales de la unidad de estudio.....	56
Alimentación	58
Limpieza y desinfección.....	59
Recolección de huevos	60
Discusión	68
Conclusiones.....	71
REFERENCIAS	73

Figuras

Figura 1. Etapas de un ACV. UNE-EN (ISO 14040, 2006).....	29
Figura 2. Metodología del Análisis de Ciclo de Vida	31
Figura 3. Sistemas de producción aves convencional	39
Figura 4. Sistema de producción ecológico.....	41
Figura 5. Nuevo manual de manejo de pollas lohmann brown classic	44
Figura 6. Etapas para la producción de huevo ecológico	50
Figura 7. Flujograma de proceso del huevo ecológico.....	54
Figura 8. Ubicación de la granja objeto de estudio	56
Figura 9. Secciones del Galpón	57
Figura 10. Gallina Hy Line Brow	57
Figura 11. Zona de Alimentación (ilustración propia)	58
Figura 12. Elementos Parte de la Dieta de las Gallinas en la Granja Ecológica	59
Figura 13. Recolección de Huevos	60
Figura 14. Impactos Ambientales por Etapa	66

Tabla

Tabla 1. Ventajas y desventajas de producción intensiva (jaula y piso)	39
Tabla 2. Ventajas y desventajas de sistema productivo pastoreo	41
Tabla 3. Cuadro de actividades.....	49
Tabla 4. Etapa 1 llegada de las aves a la granja.....	61
Tabla 5. Etapa 2. Producción de huevo ecológico.....	62
Tabla 6. Etapa 3.Distribución y transporte	62
Tabla 7. Etapa 4. Fin de vida	63
Tabla 8. Inventario por etapas	63
Tabla 9. Resultados de Impactos Ambientales por Etapas	65

Capítulo 1 Introducción

Desde sus inicios la humanidad ha creado criaderos de animales con el fin de obtener un nivel proteínico y nutricional mayor al que brinda los vegetales, este tipo de prácticas toma gran importancia cada día. En Colombia, los criaderos son una práctica que se ha ido fortaleciendo y se ha generado pequeñas empresas con buenas proyecciones de crecimiento, sin embargo, esta industria genera una carga ambiental negativa, afectando al medio ambiente con la emisión de gases de efecto invernadero, tales como el dióxido de carbono (CO_2) y metano (CH_4) (Ochoa, 1999).

En este caso, la producción de huevos es una de las actividades que aporta emisiones contaminantes al medio ambiente, es necesario, aplicar procesos de innovación y fortalecimiento de la cadena productiva de tal forma que se vean reflejados en calidad del producto, a nivel de composición, tamaño e incluso costos (Retamoso, 2007). Para esto, se requiere identificar los impactos ambientales que afectan de manera directa el sistema de producción de huevos, dando a conocer de forma cuantitativa la afectación en cada una de las etapas involucradas en el proceso productivo de los huevos (Lon-Wo & Cárdenas, 2003, Grobas & Mateos, 1996).

Para lograr el análisis es necesario validar un software que genere resultados satisfactorios, de fácil de uso y comprensión. Teniendo en cuenta lo anterior, se decide trabajar con el software OPEN LCA (Hildenbrand, Srocka, & Ciroth, 2005), en la cual es evaluada la sostenibilidad y el ciclo de vida. Este programa fue diseñado en el año 2006, permite diseñar y construir escenarios de alto rendimiento, por medio de modelos simples, en un lenguaje de programación estandarizado, cuantifica la medición de la huella de carbono en el sistema de producción de huevo e identifica el factor que presenta mayor significancia. Es importante

diseñar estrategias de producción de huevo innovadoras, e involucrar dichas estrategias en producción más limpia, es decir, pese a que es un proceso que no involucra transformación de materias primas, genera una serie de subprocesos que afectan el medio ambiente (Ochoa, 1999). Esto con el fin de obtener como resultado huevos saludables, con alta carga nutricional, bajo un proceso sostenible ecoambiental, fortaleciendo la longevidad de las aves y que contribuya al desarrollo social del entorno de producción. (Calle, Estrada, Barrios, & Agudelo, 2015)

Problemática

En Colombia se está viviendo una crisis ambiental generada por la degradación de tierras, tala de bosques, acumulación de desechos, agotamiento y contaminación del agua, entre otros. A esta situación se le suma el fenómeno de calentamiento global, en el caso del sector agrícola y pecuario son los que están generando mayor impacto (Benjamín & Masera, 2001), siendo el ganado el responsable del 18% de las emisiones de gases que producen efecto invernadero (FAO, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 2006), un porcentaje mayor que el del transporte, sin embargo, es una de las fuentes de ingresos importantes en el país (FAO, Producción de Alimentos e Impacto Ambiental, 1996).

Dentro de los sistemas de producción pecuaria uno de los sectores más representativos en Colombia es el sector avícola, tanto para la producción de huevos como de carne. En los últimos años, la producción de huevos se ha fortalecido y cuenta con buenas proyecciones de crecimiento según la información reportada por la Federación Nacional de Avicultores de Colombia - FENAVI, siendo este un producto de consumo masivo que hace parte de la canasta familiar.

El consumo de huevo ascendió a 262 unidades por año, para el año 2017 se proyectaron 271 unidades por año por persona y se estima que la demanda mundial para el 2050 tenga un crecimiento significativo en promedio de 102 millones de toneladas de huevos (FENAVI, El Sector Avícola, 2017). Sin embargo, a pesar de ser un producto representativo en el país, su producción genera una significativa demanda de recursos y también una serie de impactos al ambiente, por ejemplo, las heces cuentan con una alta carga contaminante como nitrógeno, fósforo y metano, estos gases generan problemas en la salud de animales y los seres humanos, sobre todo aquellos que están en contacto directo con ellas (Porrero, 2006). A esto se le suma

que en sistemas de producción intensivos (convencionales) hay una demanda constante de energía.

Frente a la necesidad de la implementación de alternativas de producción sostenibles han surgido en el país alternativas a pequeña escala, en la que se plantean sistemas de producción amigables con el ambiente, es decir, que el país cuenta con procesos convencionales y ecológicos de producción de huevos. En el proceso convencional, las gallinas están ubicadas en jaulas aéreas o en el piso, son despizadas, cuentan con luz artificial las 24 horas del día, no tienen acceso al aire libre, sus alimentos se componen en gran parte de transgénicos y proteínas de pescado, los avicultores controlan todo el ambiente como iluminación, temperatura y alimentación con el fin de llevar la producción al máximo, sin embargo, esto degrada en gran medida la vida de las gallinas (Siemon, Bahnson, & Gebreyes, 2007). Por otro lado, en el sistema ecológico, las gallinas están ubicados en espacios abiertos, la luz y aire son natural (Santos, Lon-Wo, Savón, & Herrera, 2014), la alimentación está compuesta en un 80% de agricultura ecológica, no hay presencia de medicamentos ni son despizadas (Nathan, 2017).

Aunque los sistemas ecológicos se manejan a pequeña escala, hay un interés mundial en este tipo de proceso productivo, por que posiblemente sus impactos ambientales son menores, sin embargo, en el caso de Colombia no se cuenta con estudios que cuantifiquen y soporten estas diferencias considerando las condiciones locales de producción, por lo que en esta investigación se plantea evaluar cuales son los impactos ambientales y las diferencias de estos dos (2) sistemas de producción considerando no solo la etapa de producción sino todo el ciclo de vida, es decir, considerando los insumos, la producción, distribución, consumo y disposición final a partir de balances de masa y energía para poder determinar las diferencias en términos ambientales de los

dos (2) sistemas de producción, y de establecer una línea base y una diferencia cuantitativa que facilite la toma de decisiones tanto para los productores como para los consumidores

Justificación

La presente investigación buscó analizar la producción del huevo ecológico a través de un estudio de Análisis de Ciclo de Vida (ACV), con el fin de identificar el impacto ambiental que este genera en las diferentes etapas productivas. El huevo es parte indispensable de la canasta familiar colombiana y además es un sector productivo que se proyecta en crecimiento, por lo que es necesario involucrar estrategias de producción más limpia, y un ACV puede ayudar a identificar posibles aspectos a mejorar en sus diferentes etapas, y visualizar como se puede optimizar todo el proceso, es decir, que se convierte en una estrategia para que el productor optimice el proceso y atienda a las demandas del mercado en las que cada vez se exigen más procesos sostenibles.

Por otro lado, la producción de huevos genera diferentes impactos ambientales al agua con los lixiviados, al suelo con emisiones de fósforo, nitrógeno, azufre, y genera emisiones de gases de efecto invernadero, por lo que este trabajo pretende mostrar cuales son esos impactos ambientales que genera la producción de huevos orgánicos e identificar a que proceso va asociado, y a que insumos para que pueda servir en la toma de decisiones que determina el proceso de producción.

Esta investigación también pretende servir y apoyar la toma de decisiones del consumidor, pues, aunque la producción convencional es la que predomina en Colombia, los mercados verdes cada vez demandan más productos sostenibles, procesos limpios, eficientes, y muchas veces el consumidor no cuenta con soportes para decidir sobre que producto consumir, en este caso la investigación brinda un panorama de los impactos ambientales de un huevo orgánico comparándolo con el huevo convencional. La herramienta de ACV se ha usado

ampliamente en el mundo, pero los resultados están condicionados por los detalles de cómo se están dando los procesos en las diferentes cadenas de producción, por lo que es necesario análisis de ciclo de vida locales que incorporen las practicas puntuales que se están efectuando en el país, es decir, que permitan un acercamiento a la realidad colombiana y que sirvan como punto de partida para que se desarrollen análisis en otros productos y cada vez tengamos un panorama más completo que permita mejorar procesos de producción, hacerlos eficientes, innovadores y que para que decida el consumidor.

Objetivos

Objetivo general

Evaluar los impactos ambientales asociados a la producción de huevos ecológicos a partir de un análisis de ciclo de vida, que permita el análisis de estrategias que propicien la sostenibilidad del sector.

Objetivos específicos

- Determinar los flujos de materiales y energía en el ciclo de vida de la producción de los huevos ecológicos.
- Estimar los impactos ambientales potenciales generados en el ciclo de vida de la producción de los huevos ecológicos.
- Analizar las principales actividades y procesos que están generando impactos ambientales en el sistema de producción de huevos ecológicos en relación con el sistema convencional de producción de huevo.

Pregunta de investigación

¿Cuáles son los impactos de la producción de huevos ecológicos respecto a los huevos convencionales a partir del ACV?

Capítulo II Marco Teórico

Marco de antecedentes

El Midwest Researc Institute realiza lo que se conoce como el primer ACV en 1969 solicitado por la empresa COCA-COLA, en el que se enfocaron en minimizar los costos y la reducción de las emisiones al ambiente, utilizando balance en las entradas y las salidas de cada uno de los procesos. En la década de los años 60, en Europa se realizó un ACV frente a la energía consumida en un proceso de fabricación. La SETAC fue la primera organización que se enfocó de manera científica para el análisis del ACV, con el tiempo la ISO apoya el desarrollo y crea un método de procedimientos y términos (Rodriguez N. , 2016).

El ACV se ha utilizado ampliamente a nivel mundial convirtiéndose en una herramienta que permite optimizar proceso de producción y facilita la toma de decisiones con la cuantificación de la energía, el agua y la utilización de materiales y emisiones al medio ambiente, permite hacer una evaluación de impactos e identificar los posibles efectos humanos y ecológicos de la energía, el agua, el uso de materiales y las emisiones ambientales (Rodriguez B. I., 2003)

Como menciona Rieznik & Hernandez (2005), un ACV permite de una forma versátil medir el impacto sobre el medio ambiente, una de las principales virtudes del ACV, al igual que ocurre con otros indicadores como la Huella Ecológica, es que permite integrar en un solo valor la complejidad de los sistemas de producción y consumo de productos, haciendo visibles impactos que otros indicadores no reflejan. En su cálculo se ha conseguido reflejar el factor duración y los ciclos de reutilización y reciclaje. Dado su enfoque integral permite saltar entre disciplinas relacionando diseño, fabricación, construcción y mantenimiento. Finalmente, en

relación con el sistema de consumo actual, permite valorar los productos desde el punto de vista de su impacto sobre el medio ambiente contrastando el simple enfoque económico del mercado.

ACV en Alimentos

Dado que los huevos pertenecen al sector productivo de alimentos, se realizó una serie de consultas sobre ACV aplicados al sector de alimentos encontrando análisis de leche, plátanos entre otros, según se relacionan a continuación. Pérez (2013) realizó una investigación sobre el ACV de dos (2) productos, la mermelada ecológica y no ecológica, esto con el fin de mirar el impacto ambiental desde el origen de las materias primas y toda la cadena de suministro hasta el impacto social, conllevando así a un comparativo entre las ventajas y desventajas de los productos industriales versus los productos ecológicos, determinando que por más ecológico que sea el producto si este es fabricado en un punto y luego se distribuye a grandes distancias, el producto pierde gran parte de su sistema ecológico, es decir, que si este es transformado localmente, disminuye considerablemente el impacto en compuestos cancerígenos, orgánicos, inorgánicos, uso de minerales y consumo de combustibles fósiles.

Rivera, Chara, & Barahona (2016) también buscaban comparar dos (2) sistemas de producción, desarrollaron un ACV para la producción de leche bovina en un sistema silvopastoril intensivo y un sistema convencional en Colombia, determinaron que al incluir las leguminosas forrajeras en la alimentación del ganado, se incrementa la productividad animal debido al alto contenido de nutrientes y se disminuye la excreción de Nitrógeno, generando entre un 12% y un 13% menos de emisiones de gases efecto invernadero frente al sistema convencional, además del bajo uso de energía no renovable, ya que esta es menor hasta en un 45%, en relación al sistema convencional, perfilando así estos sistemas más sustentables.

Ferrer (2007), da a conocer la metodología implementada en la fábrica “Mady” de la provincia Villa Clara en Cuba, sobre el ACV en la producción de zumo de mango ecológico, con el ánimo de analizar el impacto ambiental que este trae en su producción en cada una de las fases, desde la poda de árboles, almacenamiento y distribución, determino que el proceso más impactante es el de la distribución, ya que el uso de combustibles fósiles utilizados en la flota vehicular al ser trasladados desde el campo al almacén son emanados a la atmósfera por la combustión.

Investigaciones adelantadas en el sector agrícola, específicamente en la producción de banano indicaron que entre el 16% y 20% de emisiones de gas efecto invernadero se generan en la producción primaria, la utilización de pesticidas y fertilizantes genera un alto impacto en el ambiente al emitir entre el 24% y 49% gases a base de nitrógeno; para el caso de la logística y almacenamiento se estima que las emisiones generadas en este proceso se encuentran entre un 62% y 67% de emisión en CO₂ y Etileno, ya que más de la mitad de la producción de banano en el país es exportado y el transporte marítimo con el 12% de participación, es el que mayor incidencia tiene en el proceso, sin embargo, las navieras o transporte marítimo en general se encuentra implementando nuevos diseños de contenedores que disminuyen el impacto generado actualmente. (Bananero ForoMundial, 2014)

Alaba, Reina, & Acero (2014), en su artículo análisis de factibilidad de un proyecto productivo que utilice el bagazo de caña panelera como materia prima para la producción de bioetanol y papel, buscaban contribuir al cierre productivo de la panela, aunque de este proceso se puede tener residuos como la melaza, la cachaza y el bagazo, que es uno de los residuos que más contribuye al impacto ambiental dentro del proceso de análisis de ciclo de vida, obtenida de la extracción del jugo de caña que representa el 25% total de la producción y

contiene el 50% de azúcares además de la celulosa, la presente investigación buscaba identificar si este residuo aplica para la producción de Etanol o papel, mitigando así el impacto ambiental en el consumo de energía y buenas prácticas ambientales con la reutilización de residuos, entrando nuevamente a realizar un proceso, generando ingresos a los productores, abriendo nuevos mercados y diversificando el negocio. Después de realizar todo el análisis productivo de Etanol y papel a través del bagazo de caña, se identificó que a pesar de mitigar el impacto ambiental al ser estos reutilizados, a nivel de costos no es viable dicho proyecto ya que incrementaría en un 13% los costos de producción, además de requerir un volumen alto de este residuo para cubrir la capacidad total de las plantas diseñadas para dicho proceso, es más viable y eficiente utilizar este recurso como fuente de energía en las calderas a cambio de la utilización de llantas para la producción de la panela (Velásquez, Janna, & Agudelo, 2006).

ACV en Huevos

Las aplicaciones del ACV se han utilizado en diferentes partes del mundo, pero a nivel de Latinoamérica son limitadas. Abín, Laca, Laca, & Díaz (2016), buscaba determinar el impacto de la producción de huevos a nivel de Ciclo de Vida y huella de Carbono en una explotación de huevos frescos ubicados en la provincia de Asturias en España, el ACV lo realizó utilizando el software SimaPro enfocado en la estimación y comportamiento de consumos de materia primas, energéticos y como análisis de la huella de carbono tuvo en cuenta lo relacionado con los procesos de transporte, gestión de residuos y emisiones directas generadas por la actividad. A partir de los resultados obtenidos del análisis de cada variable, el autor realizó una serie de propuestas medio ambientales sostenibles para mejorar el sistema productivo, lo cual resulta de gran importancia y fomenta los estudio de ACV toda vez que es necesario conocer el

funcionamiento e impactos de una actividad productiva y partir de ellos formular las mejoras necesarias (Lon-Wo & Cárdenas, 2003), además de brindar las herramientas e información sobre el comportamiento a nivel local e incluso mundial de la actividad, los datos obtenidos muestran como resultado, que por cada 55.000 Gallinas se produce 4.800 Kg/año de CH₄ (Metano), 420 Kg/año de N₂O (ácido nítrico) y 1.880 Kg/año de NH₃ (Ácido azothídrico, Hidróxido de amonio).

En los últimos años se ha apostado al aumento de la demanda de productos proteínicos en la industria avícola, teniendo como objeto de estudio la crianza de las gallinas ponedoras, se evaluó el impacto ambiental de la producción de cultivos de aves de corral y producción de huevos, a partir del desarrollo del modelo ACV; dividido en dos (2) etapas, la primera en el cálculo del impacto ambiental para la producción de tres (3) cultivos principales en alimentos para pollos, y la segunda en la producción del huevo. Se evaluaron 52 granjas de gallinas durante 420 días, las variables analizadas fueron consumo de electricidad, gas natural, alimenticio, disposición final del estiércol. Se concluyó que los impactos ambientales en la producción de huevos se pueden mitigar siempre y cuando haya un buen manejo de los recursos naturales, por el momento se requiere de 4,07Kg de CO₂ para producir 1Kg de huevos. (Ghasempour & Ahmadi, 2016). Otra investigación europea se centró en el análisis de la explotación avícola destinada a la producción de huevos frescos, para conocer el impacto y las principales repercusiones ambientales, se dispuso del programa SimaPRO y del método Récipe y Eco-indicator 99. Una vez analizados los datos se determinó que la granja produjo 3,49Kg de CO₂ por Kg de huevo, lo cual no resulta representativo en el impacto ambiental. Las mejoras ambientales pueden provenir de la sustitución de la soja por alternativas más sostenibles y el aumento del tiempo de explotación del ave (Rueda, 2016).

Nathan (2017), toma como estudio la industria del huevo canadiense, el cual ha presentado a lo largo del tiempo algunas mejoras en cuanto al uso de los recursos y la salud de los animales, compara como a lo largo del tiempo se presentó una reducción importante en la acidificación, en las emisiones de gas de efecto invernadero y la huella ambiental que provoca este tipo de prácticas. Todo esto por algunos ajustes que realizaron en las granjas en cuanto a la composición de alimentos y la cadena de suministros. Para esto, se realizó un estudio de dichos cambios presentados a lo largo del tiempo por medio de la evaluación del ciclo de vida e impacto ambiental, seguido a esto se realizó una comparación entre el impacto ambiental del huevo convencional producido en 1962 y el producido en el año 2012, bajo las especificaciones metodológicas de la ISO 14044(ISO 2006), para llevar a cabo esto usaron el sistema CML 2000 METHOD, obteniendo como resultado una disminución de acidificación en 61% en las emisiones de gases invernadero, el uso de energía en tierra de 81% y agua de 69%, con este resultado es evidente la evolución que ha presentado la industria de los huevos en Canadá gracias al cambio en la alimentación de las aves, metodología en la producción y el destino final del estiércol.

Ahmadi (2016), evaluó los impactos ambientales de la cadena de producción de huevos en la provincia de Alborz usando la evaluación del ciclo de vida, el estudio se realizó por 420 días en una población de 100 aves, teniendo en cuenta que la alimentación de las aves consta de soja, maíz y trigo. Los datos de producción de insumos fueron tomados de EcoInvent base de datos de 2,0 y el software SimaPro fue utilizado para el análisis. Para el estudio se tiene en cuenta las condiciones climáticas y geográficas de la provincia, el objetivo del autor es realizar una evaluación de los impactos ambientales generados por esta práctica de producción de huevos, presentando como resultados en cuanto al impacto ambiental un aporte a calentamiento

por gases de invernadero de 4,07kg de CO₂, el mayor contaminante se presenta en la producción de los alimentos que son destinados para estas aves representando el 34% del calentamiento global, 47% en acidificación y 32% en la eutrofización. Con los datos anteriores el autor concluye que la dieta presente en las aves tiene una gran participación en los impactos ambientales.

Otro estudio en huevos buscó cuantificar la magnitud de gases de efecto invernadero provocados en la producción intensiva de huevos en Iowa-Estados Unidos, los datos a evaluar fueron tomados por medio de encuestas y estudios de cadenas de producción de huevos y suministros de procesamiento en la zona de Iowa, y algunos datos de estados cercanos a este, para ello se tomó como referencia 1.000 pollos en 10 plantas productoras de huevos, se tuvo en cuenta la alimentación de las aves, cantidad de pesticidas y fertilizantes que se presentan al momento del cultivo ya que esto incurre de manera directa en los resultados del estudio que realizó. La evaluación de datos recogidos con el SimaPro LCA 7,1, como resultado encontraron que las aves presentan 12.100 kg CO₂, la producción de harina y soja corresponde a 252 Kg CO₂. Lo que sugiere tomar un cambio en la dieta de las aves ya que al realizarlo podría presentarse una reducción considerable en el aporte contaminante que se refleja con el estudio realizado Nathan (2017).

Definición ACV

El Análisis de Ciclo de Vida (ACV) es una herramienta de evaluación y cuantificación de aspectos ambientales, cuyo objetivo es identificar el impacto originado por un proceso o producto, desde la materia hasta su disposición final, teniendo en cuenta el efecto que ejerce en

cada una de las etapas de su producción, en busca de optimizar los procedimientos para preservar la conservación del medio ambiente (Rodríguez B. I., 2003, Sánchez & Cardona, 2007).

Según la norma UNE-EN ISO 14040 (NTC ISO 14040, 2007), se define el ACV como “etapas consecutivas e interrelacionadas de un sistema del producto, desde la adquisición de materia prima o de su generación a partir de recursos naturales hasta la disposición final” (NTC ISO 14040, 2007).

Se entiende que todas las actividades o procesos provocan impactos medioambientales, que consumen recursos, que emiten sustancias al medio ambiente y que generan otras modificaciones ambientales durante su vida. Por tanto, es importante valorar los impactos en el medio ambiente que influyen en el cambio climático (Romero, 2005), la reducción de la capa de ozono, eutrofización, acidificación y otras muchas.

La herramienta del ACV fue desarrollada en la década de los 60, y es utilizada para la prevención de la contaminación, aunque no existen procedimientos específicos o guías a seguir, pero sí una serie de aproximaciones que pueden ser útiles en función de las necesidades a resolver por medio de esta metodología (Epstein, 2000).

El principio básico de esta herramienta es la identificación y descripción de todas las etapas del ciclo de vida de los productos, desde la extracción y tratamiento de las materias primas, la producción, la distribución y uso del producto final hasta su posible reutilización, reciclaje o deshecho del producto. Por ello, hay que tener en cuenta que la vida de un producto empieza en el diseño y desarrollo, y finaliza con las actividades de reutilización y reciclaje, pasando por adquisición de materias primas, proceso, fabricación, distribución y transporte del producto final al cliente (Rodríguez B. I., 2003). Esta parte juega un papel primordial en el reciclaje, el cual comienza una vez que el producto ha servido para su función inicial y

consecuentemente se recicla a través del mismo sistema de producto (ciclo cerrado de reciclaje), o entra en un nuevo sistema de producto (ciclo de reciclaje abierto) (Wadel, Avellaneda, & Cuchí, 2010, Montagnini & Jordan, 2002).

Historia del ACV

En 1969, *Midwest Researc Institute* (MRI) realiza lo que se conoce como el primer ACV solicitado por COCA-COLA Company, en donde se enfocan en minimizar los costos y la reducción de las emisiones al ambiente, utilizando balance en las entradas y las salidas de cada uno de los procesos (Cadavid & Hernando, 2014).

En la década de los 60, en Europa se realiza el ACV frente a la energía consumida en un proceso de fabricación. Y comienzan a verse los primeros estudios de ACV, en donde se tienen en cuenta los impactos ambientales como la fue presentación de Harold Smith en la Conferencia Mundial de Energía (1963), en donde se expuso las cantidades de energía que se consumía al producir un producto químico. Por su parte EE. UU. entre 1960 y 1970, elabora un estudio de consumo de energía de algunos procesos y sistemas, y el análisis de los efectos ambientales por el uso de la energía, con el apoyo del Departamento de Energía (Chacon, 2008).

En 1969, el Sr. Harry E. Teasley, Directo de la División de Envases de COCA-COLA Company, solicita al MRI un estudio para determinar la cantidad de energía, materiales e impacto ambiental a lo largo del ciclo de vida de los envases, desde la extracción de materia prima hasta la disposición final (Suppen & Van Hoof, 2007, Cadavid & Hernando, 2014).

A medida que los países se han ido desarrollado e industrializado, se ha venido generando preocupación por el calentamiento global y los cambios que este ha traído a través del tiempo, por ejemplo, el deterioro del entorno y es allí donde a nivel mundial esta problemática toma auge

en los cimientos políticos, dando inicio a la primera cumbre mundial sobre ambiente y desarrollo que tuvo lugar en Estocolmo en el año de 1972, y que llevó por nombre “Ambiente Humano”; luego se presenta y se discute en 1992 el concepto de desarrollo sostenible en la “Cumbre de Río”, dando vía a un nuevo debate de las sociedades industrializadas efectuando cambios radicales sobre el consumo y producción de los recursos naturales, evitando así el colapso de la humanidad (Rodríguez, Rodríguez, & Viramontes, 2015).

En 1979, se funda la SETAC, quien es hoy día una de las organizaciones líderes en el desarrollo y promoción de las metodologías para el ACV, quién publica el primer Código de Prácticas Internacional del ACV (1993), el cual fue de gran ayuda para el Subcomité 5 (SC5), quién hizo parte de la creación de la Norma Internacional ISO14040, la cual fue publicada el 16 de Junio de 1997, titulada “*Environmental Management - Life Cycle Assessment: Principles and Framework*” (Chacon, 2008).

Ventajas del ACV

En un ACV se evalúa el impacto potencial de cada proceso y etapa productiva, se deben de recopilar en un inventario las entradas y salidas más importantes del sistema de un producto, la evaluación constante del impacto ambiental potencial asociado a esas entradas y salidas, interpretación de los resultados del análisis del inventario y las etapas evaluadas en conformidad con los objetivos del estudio, y categorización de los impactos ambientales asociados al ciclo de vida de productos y servicios (NTC ISO 14040, 2007).

NTC ISO 14040, es una norma para evaluar el ciclo de vida, la información dada por esta evaluación aporta a la organización un mayor conocimiento de sus procesos y los impactos generados, por consiguiente, se pueden identificar y anticiparse a los riesgos generados. Además,

mejora la capacidad de detectar las futuras necesidades de la empresa para mejorar los productos que ofrecen en la actualidad. El ACV es un marco metodológico para estimar y evaluar los impactos medioambientales atribuibles a un producto o servicio durante todas las etapas de su vida (NTC ISO 14040, 2007).

La aplicación directa del ACV según el artículo publicado por Ihobe (2014) son:

- Desarrollo y mejora del producto, identificando el impacto ambiental y las posibles mejoras para que sean más amigables con el medio ambiente. (Eco diseño).
- Mejora de la imagen de la empresa (Marketing de producto/servicio).
- Evaluación ambiental de tecnologías, a través de la implementación de indicadores de comportamiento.
- Desarrollo de políticas ambientales (Implementación de la estrategia temática sobre el uso sostenible de los recursos, prevención y reciclado de residuos).

En el artículo “La Importancia del Análisis del Ciclo de Vida de un Producto” Pacheco (2016), se analiza el ACV de un producto aplicando una metodología para intentar equiparar, medir y determinar los diferentes impactos ambientales potenciales, asociados a cada una de las etapas del ciclo de vida de un producto, la conservación de recursos energéticos y materias primas, se privilegia la reducción de la cantidad de residuos generados, minimizando el impacto ambiental y manejando los residuos de manera sustentable.

Rodriguez B. I.(2003) define y describe el producto y proceso o actividad, identifica los límites y efectos ambientales a ser revisados para la evaluación, con el análisis de inventario se logra identificar y cuantificar la energía, el agua y la utilización de materiales y emisiones al medio ambiente, ya con estos datos se genera una evaluación de impacto, es decir, los posibles efectos humanos y ecológicos de la energía, el agua, el uso de materiales y las emisiones

ambientales identificadas en el análisis de inventario. Por último, y gracias a la interpretación de la evaluación de los resultados del análisis de inventario y evaluación del impacto para seleccionar el producto preferido, proceso o servicio con una clara comprensión de la incertidumbre y las hipótesis utilizadas para generar los resultados.

Pardo & Lerma (2007), en su artículo el “Ciclo de Vida, Importancia Agrícola y Manejo Integrado de la Chisa Rizófaga”, ofrece una alternativa para ayudar al manejo integrado de diagnóstico temprano, control de crecimiento, monitoreo, aplicación preventiva de virus, uso racional de control químico con aplicaciones localizadas y prácticas agrícolas que incrementen la fitomasa en degradación de un ambiente acogedor para el control biológico. Este manejo integrado debe enfocarse a mediano y largo plazo, enfatizando en prácticas de bajo impacto ambiental, devolviendo al medio edáfico su funcionalidad general, especialmente la biológica.

Según el ACV de la ISO 14040, se abordan todos los aspectos e impactos ambientales potenciales a lo largo de todo el ciclo de vida de un producto, lo cual comprende las actividades de extracción y adquisición de la materia prima, la producción, utilización, reciclado y por último la disposición final. Los impactos asociados con los productos ya sean manufacturados o consumidos, son de gran relevancia, pues algunos contribuyen al cambio climático, a la contaminación de ecosistemas, a la sobreexplotación de recursos renovables y no renovables, y al mal uso de los recursos disponibles. La sostenibilidad de los recursos naturales y un desarrollo económico ajustado a la realidad de nuestro país, dependen de las acciones que se tomen para disminuir el impacto de los procesos productivos y de la optimización de estos (NTC ISO 14040, 2007).

Rieznik & Hernandez (2005) en su artículo ACV, toma una herramienta para medir el impacto sobre el medio ambiente, una de sus principales virtudes, al igual que ocurre con otros

indicadores como la Huella Ecológica, es que permite integrar en un solo valor la complejidad de los sistemas de producción y consumo de productos, haciendo visibles impactos que otros indicadores no reflejan. En su cálculo se ha conseguido reflejar el factor duración y los ciclos de reutilización y reciclaje. Dado a su enfoque integral permite saltar entre disciplinas relacionando diseño, fabricación, construcción y mantenimiento. Finalmente, en relación con el sistema de consumo actual, permite valorar los productos desde el punto de vista de su impacto sobre el medio ambiente contrastando el simple enfoque económico del mercado.

Responsabilidad social de las empresas

Actualmente se encuentran muchas páginas en la red que ofrecen sus servicios a las empresas para calcular el ACV de sus productos. Las responsabilidades legales, sociales y políticas que pueden implicar los impactos ambientales, y a algunas medidas que empiezan a tomarse, como el eco-etiquetado, ciertas empresas empiezan a interesarse por el ACV (De la Cuesta, 2004); especialmente en realizar estudios comparativos para determinar las ventajas y desventajas medioambientales relativas de productos que pueden desarrollar la misma función. Esto les permite identificar hacia dónde deberían dirigir prioritariamente los esfuerzos para minimizar dichos impactos, al tiempo que ofrecen una imagen de preocupación por el medio ambiente al consumidor (Vargas, 2011).

Si continuaran y se apoyaran este tipo de iniciativas se podría lograr que cada fabricante se hiciera responsable de saber de dónde vienen sus materias primas, su energía y sus insumos, y cuál será el destino final de sus productos. El ACV podría por tanto tener aplicaciones interesantes si se pone esa información de cada producto a disposición del consumidor.

Etapas para la aplicación de un ACV

De acuerdo con la norma ISO 14040; para realizar un estudio de ACV de un producto o proceso se deben tener en cuenta cuatro (4) etapas (ver Figura 1), que se encuentran interrelacionadas y que son importantes para obtener un buen resultado en la investigación, (NTC ISO 14040, 2007), estas son:

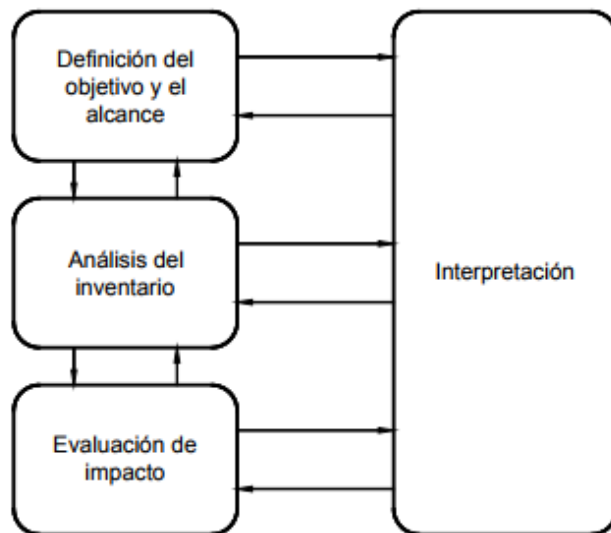


Figura 1. Etapas de un ACV. UNE-EN (ISO 14040, 2006)

Fuente: (ISO 14040, 2006) Etapas de un ACV.

https://www.researchgate.net/figure/Figura-2-Etapas-de-un-ACV-UNE-EN-ISO-140402006_fig1_323128059

Definición del objetivo y alcance

En esta fase se definen los objetivos donde se expone el motivo por lo que se desarrolla el estudio, la aplicación y utilización de los resultados. El alcance consiste en la definición de la amplitud, profundidad y detalle del estudio. La unidad funcional es aquella a la que irán referidas todas las entradas y salidas del sistema, es importante que la unidad funcional sea la misma para dos (2) productos estudiados si se desea realizar un cuadro comparativo. (Llanes, Sarria, & López, 2006)

Análisis de inventario

En esta fase se recogen los datos teniendo en cuenta la identificación y cuantificación de las entradas (consumo de recursos) y salidas (emisiones al aire, suelo y aguas y generación de residuos), de todos los procesos unitarios contenidos en el sistema del producto. Esta etapa es de mucho cuidado ya que al incorporar un dato errado puede llegar a afectar los datos finales, luego de obtener los datos, se puede apoyar de varias fuentes de bases de datos para comparar información, mejorando la calidad y confiabilidad de los datos (Panichelli, Trama, & Dauriat, 2006).

Evaluación de impacto

Es la fase en donde se analizan los resultados de los inventarios, es decir, las entradas y las salidas del sistema del producto, evaluando así la importancia de los impactos ambientales generados durante el proceso, asociados a la unidad funcional (Orea & Villarino, 2013).

Interpretación

En esta fase se toman los resultados del análisis de inventario y la evaluación del impacto para obtener información que ayude a la toma de decisiones a través de los objetivos y el alcance del estudio, para así poder concluir y recomendar, y en conjunto tomar decisiones para la mejora del proceso o en su defecto disminuir el impacto ambiental. (Dellavedova, 2011)

Metodologías para la evaluación de un ACV

La metodología del ACV según la norma ISO 14040 (ISO 14040, 2006) la considera una técnica que establece los impactos ambientales generados en la producción de un producto. Para

ello debe de existir una serie de entradas y salidas que afectan de manera directa el sistema a analizar. De esta manera, es posible evaluar y analizar de manera independiente cada uno de los elementos participantes y ver su impacto ambiental. Es considerado una serie de etapas de trabajo que están relacionadas una con otra y presentan una secuencia. Según la norma ISO 14040, un ACV presenta cuatro (4) fases, iniciando con la definición de los objetivos y su alcance, análisis de inventario, evaluación de los impactos y por último la interpretación de resultados.

Proceso para el desarrollo de un ACV

El ACV se encuentra desarrollado bajo el proceso de un producto que se transforma a través de una entrada y una salida (Figura 2), permitiendo la evaluación del impacto ambiental de los residuos y emisiones que estos generan en su ciclo. (Fernández, 2009)



Figura 2. Metodología del Análisis de Ciclo de Vida

Fuente: (Gramas, 2014) <https://gramaconsultores.wordpress.com/2014/01/16/metodologia-del-analisis-de-ciclo-de-vida-life-cycle-assessment-lca/>

Software utilizado

Para la identificación de los impactos ambientales que acarrea el procesamiento de un producto, se han implementado y desarrollados softwares que miden diferentes parámetros en todas las etapas, con el fin de facilitar el análisis de ciclos complejos que dificultan la toma de decisiones o la viabilidad de algún proyecto. (Cortes, 2015)

- **Sima Pro:** Especializado en la herramienta de ACV. Presenta demos tutoriales para su aplicación, guías de soporte, completas y variadas bases de datos. Es adecuado para el departamento de diseño o I+D, ya que compara y analiza complejos productos descomponiéndolos en todos sus materiales y procesos. (Cortes, 2015)
- **Eco-IT:** Software simplificado de ACV y Huella de Carbono (HC) para productos, especialmente indicado para diseñadores de productos y envases. Su manejo es sencillo. (Cortes, 2015)
- **Air.e LCA:** Permite incluir tanto el ACV como la HC. Se puede enfocar tanto en productos como organizaciones, es una potente interfaz gráfica para el diseño de ciclos de vida y mapa de procesos. Permite generar informes de verificación y gráficos automáticamente. (Cortes, 2015)
- **Open LCA:** Software libre, gratuito y multiplataforma para realizar completos ACV. Se lleva desarrollando desde 2006, y al ser libre se pueden modificar las características para adaptarlo a las necesidades de cada usuario. Está orientado al ACV, pero también se puede realizar la HC y del agua. Dispone de una amplia gama de bases de datos. (Cortes, 2015)
- **GaBi:** Es una herramienta para el ACV y contiene todos los elementos necesarios para modelar productos y sistemas. Se pueden construir modelos para cualquier producto, balances de entrada y salida de emisiones, materiales y energía y modificar los parámetros

en cualquier momento. Posibilita escenarios de fin de vida, permite la exportación de los datos. (Cortes, 2015)

- **Team:** Herramienta muy completa, flexible y potente, pero algo difícil de utilizar. Permite digitar información relativa a los costes, diagrama de flujos, procesos etc. La introducción de datos es similar a GaBi. Posibilita en cualquier momento modificar los parámetros del ciclo de vida del producto, y el análisis de fin de vida y exportar la información. (Cortes, 2015)
- **Umberto:** Ofrece datos de gran calidad y resultados transparentes. Refleja el ciclo de vida completo, entradas y salidas, flujos entre procesos, etc. Tiene alta flexibilidad respecto a los límites del sistema. Posibilita también estudiar el ciclo de vida de coste económico. Se puede exportar la información. (Cortes, 2015)

Capítulo III Proceso Productivo del Huevo

Definición del huevo

El huevo es un alimento proveniente de un ave, se considera con grandes propiedades nutricionales de uso frecuente y con alto consumo en la canasta familiar (Benjumea & Castañeda, 2010), de acuerdo con su gran aporte proteico en aminoácidos, vitaminas, minerales, ácidos grasos y su bajo porcentaje calórico, hace que sea ideal para el complemento de una dieta balanceada, siendo este consumido en grandes proporciones al desayuno al igual que se puede acompañar con otros alimentos debido a su gran versatilidad. (Betancourt & Díaz, 2009, Bustamante, 2018)

El huevo está compuesto en un 40% por la yema (amarilla) que es rica en lípidos, y en un 60% por la clara que está compuesta por albúmina, se considera como ración ideal para el día, dos (2) huevos que son un total de 100 g. (Grobas & Mateos, 2016) Este contenido es de gran valor nutricional ya que la función del huevo por naturaleza es que a futuro eclosione y de vida a un polluelo, por ende, la estructura está conformada por la cáscara, clara o albumen y yema o vitelo. (Codony, 2002)

- **Cáscara:** Esta se encuentra formada por proteínas (90%) y pequeñas cantidades de lípidos y carbohidratos, protegiendo y aislando el contenido del huevo y actuando como barrera bacteriológica, esta estructura posee numerosos poros que permite el intercambio gaseoso, el metabolismo de la gallina, la genética, el estado sanitario y la temperatura son factores que influyen en la calidad y resistencia de la cáscara (Hernández, 1991)

- **Clara o albumen:** Compuesta principalmente por agua (88%) y proteínas, rica en aminoácidos equilibrando la calidad del alimento. Su textura y firmeza es indicativa de la frescura del huevo. (Hernández, 1991, Dollander, 1986)
- **Yema o vitelo:** Es la parte central y anaranjada del huevo, su color varía en función de la alimentación de la gallina, está compuesto por agua (50%), y el resto se reparte equitativamente entre proteínas, vitaminas, lípidos y minerales. Su contenido es de enorme valor nutritivo, capaz por sí mismo de dar origen a un nuevo ser vivo. Por esta razón, el huevo se encuentra protegido de la contaminación exterior por la barrera física que le proporcionan su cáscara y membranas, y por la barrera química que le proporcionan los componentes antibacterianos presentes en su contenido. (Galíndez, De Basilio, Martínez, Vargas, Uztariz, & Mejía, 2010, Dollander, 1986)

Etapas de formación del huevo de gallina

El proceso inicia cuando se libera el óvulo, y este migra hacia el sistema reproductivo (infundido), se forma la chalaza, aquí se completa la formación de la clara, luego el huevo va al istmo, última región del tracto reproductivo antes del útero, el huevo pasa a crear una masa viscosa, secretada por la mucosa del órgano, puede durar 20h, cuando completa el tiempo y el proceso el huevo listo, deja la vagina. (Hernández, 1991)

Proceso productivo de huevos en Colombia

A raíz de la alta degradación, contaminación y explotación ambiental, la producción de alimentos se ha visto afectada y ha bajado su calidad, siendo alimentos nocivos para la salud (Coma & Companys Grupo Vall, 2004). El sector avícola no se escapa, sus altas dosis de

hormonas y periodos (Bustamante, 2018) continuos de luz que buscan acelerar el crecimiento de las aves, y estimular la postura de huevos al doble. (Moreno, 2006)

Colombia ocupa el puesto 28 en la producción mundial de huevos, y el número 3 en Latinoamérica, en donde prima la producción de huevos en granjas convencionales. Siendo el Departamento del Valle el primer productor de huevos con 2.958.000.000 de unidades al año (28% de la participación Nacional en el 2016), seguido por Santander (2.504.000.000 Unidades) (El Sítio Avícola, 2017)

Según la FENAVI, el sector avícola en el primer semestre de 2017 tuvo un crecimiento del 5.2%, en comparación con el mismo periodo del año anterior. Este crecimiento se debe a que el consumo de carne ha disminuido, modificando la dieta de los colombianos. En promedio cada colombiano consume por año 271 huevos, en comparación con 160, estudio del año 2000 (Portafolio, 2017).

A pesar de que, en Colombia, la producción de huevos que prima es en las granjas convencionales, han surgido nuevos sectores de producción eco-ambientales, con el fin de preservar el bienestar y calidad de vida de las aves, obtención de huevos de alta calidad nutritiva, disminución del impacto ambiental, con el valor agregado de generar ventas entre 20% y 45% de ingresos superiores a ventas convencionales. (Benjumea & Castañeda, 2010),

Los procesos implementados para la producción de huevos han ido evolucionando aunque aún se conservan aquellos sistemas rudimentarios, el Fondo Nacional Avícola está fortaleciendo a los avicultores y brindando nuevas estrategias que logren la lucha contra las importaciones y malos manejos internos, para ello ofrece recursos necesarios para el cumplimiento de objetivos, actualmente manejan el “Programa Huevo” que a través de campañas

con nutricionistas, médicos, pediatras, buscan un mayor consumo de este alimento. (Federación Nacional de Avicultores - FENAVI, 2017)

Por otro lado, las características más representativas en cuanto a las diferencias entre los dos (2) procesos es importante mencionar y comparar las diferencias presentes. En el proceso convencional las gallinas están ubicadas en jaulas aéreas o en el piso, compartiendo áreas de 12 gallinas/m², son despicadas, cuentan con luz artificial las 24 horas del día, no tienen acceso al aire libre, sus alimentos se componen en gran parte de transgénicos y proteínas de pescado, los avicultores controlan todo el ambiente como iluminación temperatura y alimentación con el fin de llevar la producción al máximo, sin embargo, esto degrada en gran medida la vida de las gallinas (Siemon, Bahnson, & Gebreyes, 2007).

Por otro lado, el sistema ecológico las gallinas están ubicadas en espacios abiertos, es decir, 1 gallina por 4 m², la luz y aire son natural (Santos, Lon-Wo, Savón, & Herrera, 2014), la alimentación está compuesta en un 80% de agricultura ecológica, no hay presencia de medicamentos ni son despicadas (Nathan, 2017).

A demás, actualmente existen varios métodos adoptados por los avicultores, sin embargo, son mucho más nutritivos aquellos que proceden de criaderos ecológicos (Alders, 2004), estos presentan tres (3) veces menos colesterol, una cuarta parte menos de grasa saturada, dos (2) veces los ácidos grasos omega 3, tres (3) veces los niveles de vitamina E, esto gracias a la combinación de una dieta con componentes naturales, un mínimo estrés y a libertad de movimiento. (Raigón, Martínez, & Esteve, 2006, Mengod, 2016)

Procesos productivos en granjas convencionales

Gallinas criadas en jaulas, es un sistema utilizado por comerciantes para la optimización del terreno presenta un piso inclinado que permite que los huevos rueden a una bandeja recolectora sin movimiento, luz artificial las 24 horas, espacio mínimo 12 gallinas/m², no tienen acceso al aire libre, hiervas y plantas vivas. Su alimentación se compone de cereales transgénicos, proteínas de pescado, huevo molido, uso de medicamentos y antibióticos a diarios, mezclados con la comida, son despicadas, presentan un mayor control de las excretas, permite mantener un ambiente en cuanto a la temperatura controlado ideal entre 15°C – 21°C, esto disminuye la exposición diaria a la radiación (Gómez & Castañeda, 2010, De Basilio, 2013).

Gallinas criadas en piso, este sistema se caracteriza por contar con un galpón, en el que el ave se encuentra confinadas, el piso puede estar recubierto con aserrín, viruta o cascarilla. Este cuenta con nidos para que las gallinas realicen el depósito de huevos, puede albergar hasta 8 gallinas/m², es normal peleas por alimento o territorio, luz artificial las 24 horas, igual que las que están en jaulas estas no tienen acceso al aire libre, hiervas y plantas vivas. Su alimentación se compone de cereales transgénicos, proteínas de pescado, huevo molido, uso de medicamentos y antibióticos a diarios, mezclados con la comida, son despicadas. Estos sistemas son muy similares la diferencia radica en si están elevadas o en el piso, pero aún continúan con las características de la producción intensiva. (Santos, Lon-Wo, Savón, & Herrera, 2014)



Figura 3. *Sistemas de producción aves convencional*

Fuente: (SENA, 2011) <https://es.slideshare.net/tampiko/sistemas-de-produccion-aves>

Tabla 1. *Ventajas y desventajas de producción intensiva (jaula y piso)*

<i>VENTAJAS</i>	<i>DESVENTAJAS</i>
<i>Mayor aprovechamiento del espacio</i>	<i>Mayor inversión</i>
<i>Mayor seguridad contra depredadores</i>	<i>Disminuye el bienestar de las aves</i>
<i>Manejo más eficiente</i>	<i>Inversión técnica</i>
<i>Mayor producción</i>	<i>Requiere administración especializada</i>
<i>Mayor aprovechamiento del alimento</i>	
<i>Mayor bioseguridad</i>	

Fuente: Elaboración propia (2018)

Proceso productivo ecológico.

Es un sistema que permite a las gallinas una mayor libertad, los huevos ecológicos provienen de una gallina campera, las cuales se encuentran en estado de libertad, se estima una población de 2.500 gallinas por hectárea (4 m²/gallina). Esto permite un mayor movimiento del animal, su luz y aire son naturales, su alimentación está compuesta por el 80% de agricultura

ecológica, está prohibido el uso de medicamentos, y no son despizadas. (Dottavio & Di Masso, 2010)

Las instalaciones pueden variar dependiendo del criterio del criador, esto puede ser:

- **Casas fijas:** casas con entradas y salidas sin cierres, presentan una cerca que delimita el pastoreo de las gallinas, hay un mayor control del excremento, disminuye la erosión y agentes patógenos. (Rodríguez J. M., Rodríguez, Valdez, Vidal, & Aguilar, 2017, Santos, Lon-Wo, Savón, & Herrera, 2014)
- **Campo diario:** consta de un gallinero que presentan entrada y salidas libres, existe un área delimitada por una red, constantemente se rota la ubicación del gallinero y de la red. (Rodríguez J. M., Rodríguez, Valdez, Vidal, & Aguilar, 2017, Santos, Lon-Wo, Savón, & Herrera, 2014)
- **Sistemas compartidos o integrados:** Este sistema se caracteriza por que las gallinas comparten el espacio con otros animales de pastoreo y cultivos, lo que disminuye el mas de un 50% la carga alimentaria, los animales pueden obtener los alimentos de la misma granja, la idea principal de este sistema es que las gallinas brinden fertilizantes y control de insectos. (Santos, Lon-Wo, Savón, & Herrera, 2014, Rodríguez J. M., Rodríguez, Valdez, Vidal, & Aguilar, 2017)

Gracias a que este sistema no requiere una tecnología especializada, ni una gran infraestructura, no se requiere un ambiente controlado es perfecta para aquellas personas que no cuentan con los recursos para la creación de otro tipo de granja, sin embargo, con el tiempo las granjas de pastoreo han tenido una gran acogida por medianos empresarios. (Santos, Lon-Wo, Savón, & Herrera, 2014, Rodríguez J. M., Rodríguez, Valdez, Vidal, & Aguilar, 2017)

Este sistema presenta una exigencia en cuanto al espacio, los problemas sanitarios puede ser difícil de controlar, lo que puede afectar la salud de las aves, este tipo de exposición puede generar parásitos, la irregularidad del terrero y su extensión hace más complicada la fumigación, es común encontrar altos niveles de nematodo *Ascaridia Galli* (parásito de aves de corral) a comparación de los sistemas controlados de jaulas (Permin & Ranvig, 2001, Rodríguez J. M., Rodríguez, Valdez, Vidal, & Aguilar, 2017, Santos, Lon-Wo, Savón, & Herrera, 2014)



Figura 4. Sistema de producción ecológico

Fuente: (SENA, 2011) <https://es.slideshare.net/tampiko/sistemas-de-produccion-aves>

Tabla 2. Ventajas y desventajas de sistema productivo pastoreo

Ventajas	Desventajas
No requiere alta inversión	Mayor incidencia de paracitos
Fácil manejo de unidad productiva	Menor control del manejo productivo sanitario
Actividad que genera ingresos adicionales	Presencia de depredadores
Permite integrar otros ecosistemas	Mantenimiento de zonas de pastoreo
Mayor espacio para las aves	
Menor dependencia tecnológica	
Reducción de costos	

Fuente: Elaboración propia (2018)

Descripción de la cadena productiva

En Colombia los sistemas convencionales para la producción de huevos utilizan jaula, sistemas intensivos de piso y de pastoreo. (FENAVI, Federación Nacional de Avicultores de Colombia, 2013)

Razas y líneas

En las últimas décadas se han desarrollados variedades de razas de pollos, para producción comercial. (Hernández, 1991) Los programas de cría avícola en la actualidad utilizan las siguientes razas: (LLanos, Flores, & Nader, 2003).

- a) Doble propósito:** son aves de tamaño mediano, aceptable producción de carne y regulares a los buenos índices de postura. (Ruesga, Orozco, Serratos, & Flores, 2015)
- New Hampshire, su finalidad es la buena incubación y alta producción de huevos. Son reconocidas por ser buenas ponedoras y tener carne de buena calidad, huevo de 60g, color marrón oscuro, producción 200 unidades al año. (Castro, Meléndez, & Antonio, 1996, North & Bell, 1993)
 - Plymouth Rock Blanca, producción de pollos de engorde, de piel amarilla, plumaje blanco, huevos de color marrón, posee genes de rápido crecimiento. (Castro, Meléndez, & Antonio, 1996, North & Bell, 1993)
 - Plymouth Rock Barrada. Raza de doble propósito (huevo, carne), plumaje blanco con negro, huevos de color marrón. (Castro, Meléndez, & Antonio, 1996, North & Bell, 1993)

También se pueden clasificar según su origen: Americanas - clase I: son mayormente de doble propósito, de piel amarilla (Delgado, 2016), Inglesa – clase II: son mayormente de doble

propósito, de piel blanca (Delgado, 2016), Mediterránea – clase III: Son aves livianas, rústicas, con gran cola y alas (Delgado, 2016), Asiática – clase IV: son aves grandes, con tarsos emplumados (Delgado, 2016), Francesa – clase V: son aves de tamaño pequeño o mediano, con copete y barba (Delgado, 2016).

b) Estirpes Productoras de Huevo: Para lograr aves con buen desempeño productivo, se cruzan dos (2) o más estirpes consanguíneas. Por ejemplo: estirpe antecesora masculino Rhode Island Rojas con estirpe antecesor femenino Plymouth Rock Barrada, consiguiendo aves industriales, productoras de huevo marrón, entre el 30-50% más grande que las aves blancas. (Ruesga, Orozco, Serratos, & Flores, 2015). Las aves industriales son seleccionadas genéticamente a base de cruces entre distintas gallinas ponedoras, se puede observar que en su segundo año pueden superar en producción de huevos a las gallinas de la raza Leghorn, pero a partir de ahí disminuye significativamente su producción, pierden su sentido maternal y encluecan difícilmente. (Castañeda, 2010)

c) Gallinas Criollas: Colombia se caracteriza en tener razas de gallinas que no son netamente puras, a esto se les llaman gallinas criollas, tienen una gran variedad que se caracterizan por tamaño, forma de sus plumas, color de las cáscaras de los huevos, color de la carne, forma de la cresta, color de las mejillas, largo patas y número de dedos. A continuación, se pueden observar las más representativas (Valencia, 2016)

1. Gallus domesticus L. subespecie inauris
2. Gallus domesticus L. subespecie barbatus
3. Gallus domesticus L. subespecie ecaudatus
4. Gallus domesticus L. subespecie nudicollis
5. Gallus domesticus L subespecie crispus

6. Gallus domesticus L. subespecie lanatus

Esquema de selección para el cruce

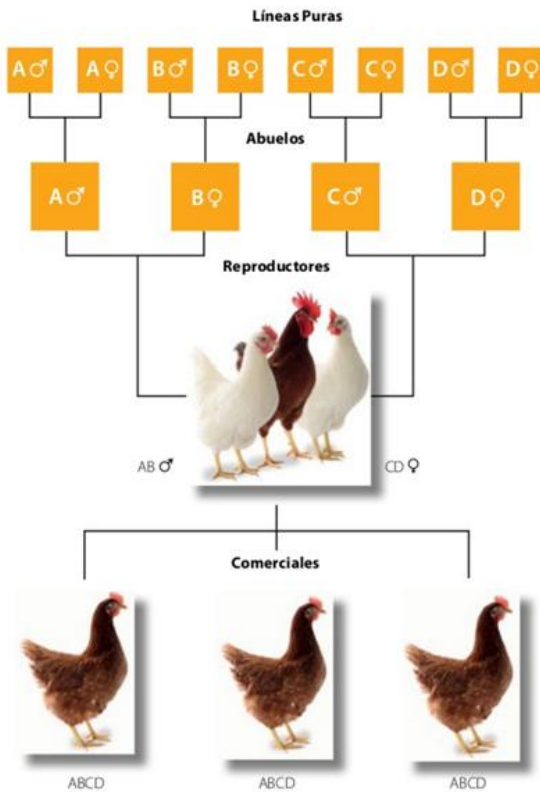


Figura 5. Nuevo manual de manejo de pollas lohmann brown classic

Fuente: (SlideShare, 2014) <https://es.slideshare.net/alejandrocuba76/ltz-management-guidelb-classic-spanisch2013>

Siendo:

A, B, C, D: estirpes puras

AB y CD: Cruzamiento de razas

ABCD: Entrecruzamiento consanguíneo.

Impactos ambientales asociados a la producción de huevos

Con el fin de establecer un contexto sobre los impactos ambientales que conlleva a producción de huevos a continuación se presenta información relacionada con la composición y constitución de un huevo convencional, esto con el fin de definir un punto de partida para comprender el pacto ambiental (Lon-Wo & & Cárdenas, 2003)

Las etapas del proceso productivo para la producción de huevos, en cada una de ellas se generan una serie de contaminantes que resulta de gran importancia abordar en el presente documento, (Montoya, 2015) en su trabajo de grado realizó una evaluación ambiental de residuos en una granja avícola en el municipio de San Pedro, departamento del Valle del Cauca con el fin de determinar el manejo, uso y disposición de los residuos sólidos provenientes del desarrollo de la actividad de la empresa, esto partir de la realización de entrevistas, revisión de documentos, medición consumo de recursos, información a partir de la cual se identifica que la mayor índice de inadecuada disposición de residuos se concentra en el manejo de residuos inorgánicos afectando en gran medida los recursos como el suelo, el agua y el aire.

Teniendo en cuenta la importancia de la conservación del medio ambiente y el enfoque mundial que deben tener las industrias sobre sistemas de producción sostenibles es de gran notoriedad para el caso de sistemas de producción *“la agricultura animal tiene un desempeño que es clave en el sostenimiento y protección del medio ambiente, pues la producción animal resultante de la transformación de los alimentos en productos de valor, tales como: carne, leche, huevos y lana, se generan a su vez, productos de desechos inevitables”* (Lon-Wo E. , 2003); situación que llevo a adelantan un estudio en el cual se identificó el gran impacto que tiene la producción de residuos de los criaderos de gallinas donde por cada año se producen alrededor de 30.000 toneladas, teniendo en cuenta que esta no es una industria que genere mayor

contaminación, sin embargo, en la medida que se desarrolle en espacios pequeños el efecto contaminante de residuos y secreciones es mayor además se determina que la dieta de las gallinas es un factor determinante en la afectación medioambiental de los desechos generados.

Respecto a la metodología del ACV, es una herramienta válida para analizar los impactos de las industrias y procesos permitiendo así realizar comparaciones y evaluación de impactos entre diferentes productos, de ahí que los aportes que se han logrado a partir de esta metodología en la evaluación de efectos contaminantes son de gran importancia y utilidad es el caso del artículo desarrollado (Pelletier, 2017).

Mediante el ACV se realiza un estudio de los ovoproductos canadienses respecto a los sistemas por tipo de vivienda; jaula convencional, jaula enriquecido, de recorrido libre, gama libre, y orgánicos donde se determina que las principales variables que contribuyen al proceso contaminante de la industria es la composición y la cantidad de alimento consumido en criadero y la gestión de estiércol, sin embargo, se concluye que los sistemas de producción orgánicos tienen mayor rendimiento medioambiental.

Los procesos de evaluación de impactos ambientales de diferentes industrias ha brindado resultados exitosos y brinda un panorama real de la dinámica de producción, por ende realizar este tipo de análisis en productos de consumo masivo provenientes de actividades económicas en crecimiento en Colombia, como lo es la industria avícola es un avance que apoya dicho crecimiento entregando información base de su comportamiento, por lo cual nos remitimos al estudio adelantado por (Ghasempour & Ahmadi, 2016) en el cual aplica un ACV con la herramienta Sima Pro para determinar de los impactos ambientales de gallina ponedora en la provincia de Alborz-Irán, donde pese que son sistemas económicos diferentes para nuestro caso se puede retomar teniendo en cuenta que se analizaron variables que aplican a nuestro sistema

productivo, tales como consumo de energía, impactos ambientales, sistema de producción entre otros, aplicados a una muestra de 1000 gallinas por un periodo de 420 días cuyo enfoque es semejante al que se pretende aplicar con el análisis a realizar con el sistema productivo de los huevos ecológicos.

Capítulo IV Metodología

Esta investigación centró su atención en el ACV para un kilogramo de huevos producidos en granjas ecológicas, el estudio se ha realizado para 350 gallinas de raza Hy Line Brow, de una granja ubicada en la vereda “La Esmeralda”, municipio de Guaduas-Cundinamarca, siguiendo las directrices de la ISO 14040 (NTC ISO 14040, 2007). Los límites del sistema se establecieron desde la extracción de alimentos hasta la disposición su final, los parámetros que se tuvieron en cuenta fueron: alimentación, lugar de procedencia de las aves, pesticidas utilizados, transporte, combustibles, maquinaria, distribución de los huevos y disposición final de los elementos participantes.

Las limitaciones a presentar varían entre ellas, en este estudio se consideraron desde la selección de las gallinas, tipo de alimento, medicamentos suministrados y sus efectos, cantidad de electricidad y de agua usada durante el proceso, tipo de transporte, las condiciones mínimas que debe presentar el vehículo para realizar los traslados de los huevos, los elementos y productos de aseo que interfirieron dentro del proceso, la disposición final de los residuos (heces, aguas de los lavados y desechos de comida).

Objetivo y alcance

Se determinó el ciclo de vida de huevos que provienen de granjas ecológicas, con el programa Open LCA, versión 1.6.3 (Hildenbrand, Srocka, & Ciroth, 2005), se pueden analizar, evaluar e interpretar los problemas ambientales que surgen durante el proceso, determinar y diferenciar uno a uno el proceso que afectan el medio ambiente dentro del ciclo de vida

estudiado. Después de analizar estos datos, se presentan las propuestas de mejoras en el proceso productivo y que minimizan el impacto ambiental que se genera.

Metodología

Para la realización del ACV se toma la base de datos de Ecoinvent 3.3. (Ecoinvent 3.3, 2016), de la que se sustrajo la información y se ajustó la cadena de producción a analizar, transporte e insumos que hacen parte del proceso de producción. El inventario en cada fase se ajustó a la unidad funcional y su vida útil.

Para ello, se manejó como unidad funcional un (1) kilogramo de huevos, dentro del alcance se contempló un tiempo de seis (6) meses de producción de huevos, de acuerdo con el siguiente cuadro de actividades:

Tabla 3. Cuadro de actividades

Proceso/Responsable	Recepción	Producción	Almacenamiento	Transporte
Llegada de gallinas al galpón	x			
Alimentación		x		
Producción de huevos		x		
Limpieza y desinfección		x	x	
Recolección de huevos		x	x	x
Transporte de huevos			x	x

Fuente: Elaboración propia (2018)

Se involucraron factores que tienen una participación activa y no menos importantes durante el proceso, se revisó el espacio ocupado por gallina, tipo de galpón, temperatura de

galpón, tipo de iluminación, tiempo de exposición, alimentación, vacunas, procedencia del agua y alimentos, el transporte utilizado en cada uno de los momentos del proceso, llevando a las siguientes cuatro (4) etapas:

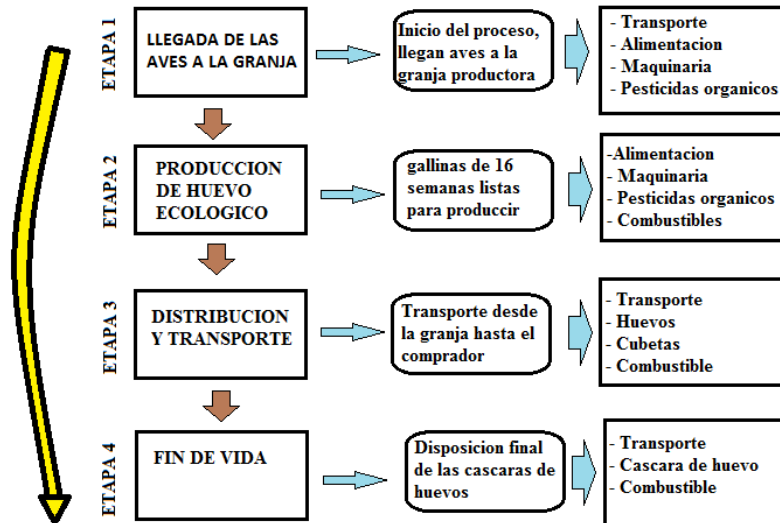


Figura 6. Etapas para la producción de huevo ecológico

Fuente: *Elaboración propia (2018)*

Etapas 1. Llegada de las aves a la granja:

Se cuantificó la cantidad de aves ingresadas, alimentos e insumos requeridos, combustible y transporte. Se estimó distancias de traslado de las aves, se incluyó todos los elementos que aportaron al sistema, como lo son maquinaria de trituración, vehículo utilizado para los desplazamientos, que sin lugar a duda afecta de manera directa el estudio realizado. Se tomó como referencia fichas técnica vehicular. Se definió los consumos promedios, centrando la atención en rendimiento y tiempo de uso del vehículo.

Etapa 2. Proceso productivo del huevo ecológico:

Se consideraron las actividades de desinfección, alimentación, consumo de agua, control de plagas e insectos, recolección de huevos, almacenamiento y la limpieza teniendo en cuenta a partir de mezclas botánicas realizadas por el personal de la granja.

En esta etapa, se realizó consultas para evidenciar las características de este tipo de producción, en ella primó factores relevantes para el estudio como lo son alimentación mixta (natural y sostenible), estado de las aves, su distribución espacial, pesticidas utilizados y todo aquel elemento que interviene en este proceso y que lo diferencia de las productoras de huevos convencionales.

Etapa 3. Distribución y transporte del huevo

Se calculó distancias recorridas, tipo de vehículo y consumos de combustible, se tuvo en cuenta la Ficha Técnica de los vehículos utilizados, el tiempo de uso y el estado del mismo.

Etapa 4. Disposición final de la cáscara de huevo

Se estimó el traslado de la cascara de huevo, tomando como ubicación puntual la Corporación Universitaria Minuto de Dios hasta el botadero de Doña Juana. En esta etapa se culminó el ACV, como factor final del estudio realizado.

Cabe resaltar que en las etapas 3 y 4, se consideraron fuentes secundarias, como el manejo de residuos finales que ofrecen las empresas de aseo.

ACV

Una vez realizada la recolección de datos, se procedió a realizar el ACV en donde se realizó una comparación entre el proceso productivo convencional y el del huevo ecológico, para ello se ha tomado como base confiable los resultados obtenidos de la Base de Datos Ecoinvent, aplicando la metodología de CML-2015. (Ecoinvent 3.3, 2016)

Teniendo en cuenta que la unidad funcional de nuestro ACV es un kilogramo de huevo, se realizó un estudio de toda la etapa productiva que incluyó un total de aves, alimento, combustibles pesticidas etc. Para luego, llevarlo por medio de una fracción a la unidad funcional a estudiar, relacionando las etapas, materiales y cantidades.

Con los datos obtenidos del inventario para la evaluación de impactos por medio del ACV, se utilizó la metodología de CML – 2015 (Leiden, 2016), que creó un análisis de 11 impactos diferentes: *Acidification Potential “AP”* (Potencial de Acidificación), *Climate Change “GWP100”* (Cambio Climático), *Depletion of Abiotic Resources - Elements, Ultimate Reserves* (Agotamiento de Recursos Abióticos: Elementos, Reservas Máximas), *Depletion of Abiotic Resources - Fossil Fuels “AD”* (Agotamiento de Recursos Abióticos: Combustibles Fósiles), *Eutrophication – Generic “EP”* (Eutroficación – Genérico), *Freshwater Aquatic Ecotoxicity “FAETP”* (Ecotoxicidad Acuática de Agua Dulce), *Human Toxicity “HTP”* (Toxicidad Humana) *Marine Aquatic Ecotoxicity “MAETP”* (Eco-toxicidad Acuática Marina), *Ozone Layer Depletion “ODP”* (Agotamiento de la Capa de Ozono), *Photochemical Oxidation Nox* (Oxidación Fotoquímica), y *Terrestrial Ecotoxicity* (Ecotoxicidad Terrestre).

Se programaron visitas periódicas a la granja ecológica, objeto de este estudio, se tomó los datos específicos de cada etapa, se realizó la identificación de los problemas ambientales presentes durante el proceso, la forma como los manejan y mitigan, se realizó una comparación

entre la alimentación, ambiente, estilo de vida, tamaño de huevos, peso de los huevos, cantidad de huevos diarios por gallina, ventajas y desventajas entre los dos (2) procesos productivos.

Para el análisis de alimentación de las gallinas, se analizaron cada uno de los alimentos recibidos, la procedencia y su composición nutritiva tanto de alimentos líquidos como alimentos secos, de esta manera se puede determinar como el alimento suministrado aporta al huevo nivel nutricional, tamaño y presentación, adicional esto se aclaró la esencia de las heces, y su aporte con la contaminación.

En el análisis de elementos de aseo y desinfección del galpón en el proceso de producción generó muchos residuos, las heces de gallina presentaron gases como etanol y un grado significativo de toxicidad, adicionalmente este proceso atrae tanto roedores como predadores. Se analizó el proceso de desinfección, así como el tipo de productos utilizados, los componentes químicos de estos productos, la periodicidad del aseo y desinfección, las zonas y el proceso, la presencia de roedores y/o predadores que hacen parte del hábitat de la zona en donde se encuentra ubicado galpón.

Para el análisis del proceso productivo del huevo se analizó el número de gallinas por metro cuadrado (m^2), iluminación, tipo de galpón y tipo de alimentación. Con estos datos, se pudo revisar los niveles de producción que presenta la granja, establecer el tiempo productivo de las gallinas desde el momento desde su primer huevo hasta el último. El proceso productivo debe ser analizado directamente en la granja, lo que implica la visita constante a este lugar, dando constancia de las evidencias obtenidas.

En la etapa de recolección, empaque, almacenamiento y transporte del huevo se revisaron los procesos de recolección, empaque, almacenamiento y transporte de los huevos. Se analizaron

las condiciones, elementos de dotación y herramientas para la recolección de los huevos en los nidos.

En el almacenamiento se revisaron las condiciones especiales, por ejemplo, se realizó un análisis de calidad a cada uno de los huevos, teniendo en cuenta lo anterior los huevos que son seleccionados son empacados y almacenados.

Para tener claro todo el proceso se tuvo en cuenta los factores que influyeron o procesos que integraron de manera simultánea el sistema a estudiar, para ello se realizó el siguiente flujo grama:

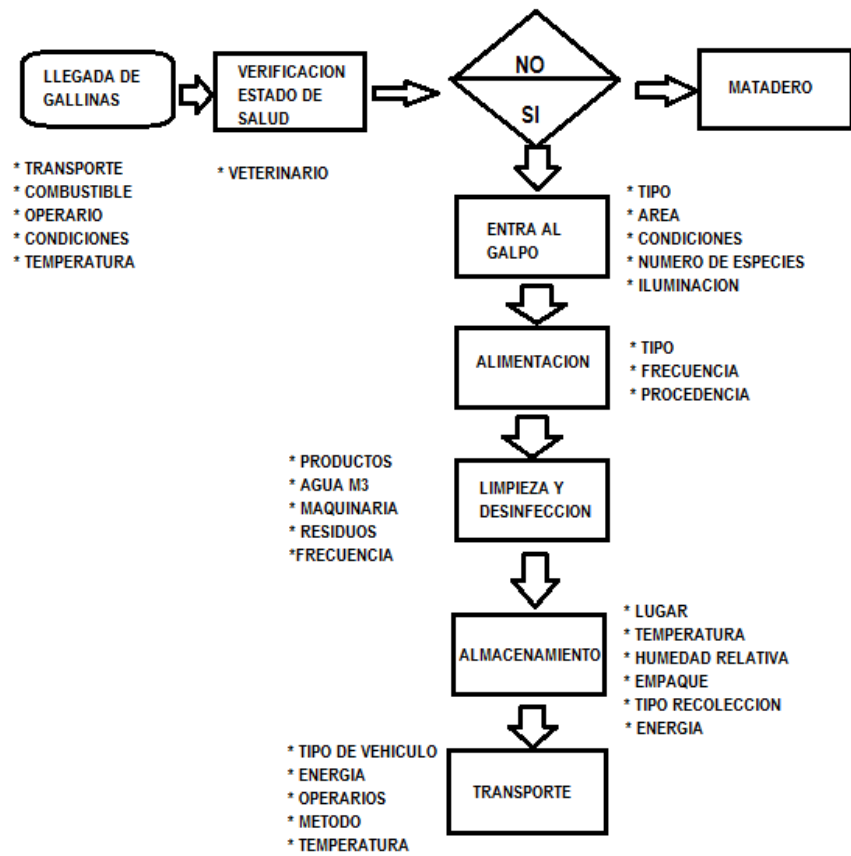


Figura 7. *Flujograma de proceso del huevo ecológico*

Fuente: Elaboración propia (2018)

Análisis contaminantes durante el proceso productivo del huevo:

Se midieron los factores de impacto ambiental generados en el proceso productivo de los huevos en tanto en granjas convencionales como en las ecológicas, para ello la investigación se apoyó en las siguientes categorías de impacto:

1. Agotamiento de recursos Abióticos
2. Uso del Suelo, Cambio climático
3. Agotamiento del ozono estratosférico
4. Formaciones oxidantes fotoquímicos
5. Acidificación, Eutrofización
6. Toxicidad.

Esta investigación tuvo como software Open LCA, herramienta para evaluación y medición de los impactos (Hildenbrand, Srocka, & Ciroth, 2005), este es un programa elaborado por el Instituto de Ciencias Medioambientales de la Universidad de Leiden de los Países Bajos.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos del programa Open LCA, se realizó un análisis de los impactos ambientales producidos durante el proceso productivo del huevo ecológico, con esto se busca la sostenibilidad del producto, cumpliendo a cabalidad con las normas ambientales que rigen en Colombia. (Hildenbrand, Srocka, & Ciroth, 2005)

Para esta comparación se utilizó datos primarios que se han obtenido de lo que se ha observado en la granja objeto de estudio, adicional a la información brindada por el personal de la granja (operarios, administradores y demás personas que intervienen en el proceso). Los datos secundarios se han basado en informes de FENAVI (FENAVI, El Sector Avícola , 2017), trabajos de grado, revistas, y documentos publicados sobre el ACV en la producción de huevos.

Capítulo V Resultados

Características generales de la unidad de estudio

Para el estudio de ACV del huevo ecológico, se realizó el estudio en una granja que cumple con las características propias de este tipo de producción. La granja objeto de estudio está ubicada en la vereda la Esmeralda Cundinamarca, a 20 minutos de la vía que conduce desde Villeta a Guaduas, en Cundinamarca.



Figura 8. Ubicación de la granja objeto de estudio

Fuente: (Google maps)

<https://www.google.com.co/maps/search/vereda+la+esmeralda+via+guaduas+villeta/@5.0994258,-74.6078848,36542m/data=!3m1!1e3>

La granja cuenta con agua proveniente del acueducto de Guaduas-Cundinamarca, el servicio eléctrico es propio, gracias a dos (2) paneles solares que alimentan toda la granja. El galpón está dividido en dos (2) secciones, una de ellas comprende un área de 15 m², en la cual se hallan los nidales, la comida, y agua; la segunda sección tiene un área de 400 m², en la que solo se hallan bebederos, no presenta unidades alimentadoras, no presenta techo.



Fuente: Elaboración propia (2018)

Ambas secciones están comunicadas por unas entradas libres de obstáculos por las que transitan las gallinas y el personal de la granja en caso de ser necesario. La granja cuenta con 350 gallinas raza Hy Line Brow, este tipo de gallina es el resultado entre cruzar Rhode Island Red paterno y Rhode Island blanco materna. Estas gallinas presentan ciertas características que llevan a un alto rendimiento de producción y un bajo consumo.

Figura 9. *Secciones del Galpón*



Figura 10. *Gallina Hy Line Brow*
Fuente: Elaboración propia (2018)

Las gallinas llegan a la granja con 16 semanas de vida, presentan un peso entre 1.40 Kg y 1.48 Kg, solo hasta la semana 18 las gallinas inician su tapa productiva. Este tipo de ave puede

colocar en promedio de 430 huevos al cumplir 90 semanas de edad. La granja maneja un sistema de producción Ecológico, lo que significa que las gallinas no presentan estrés, no son despicadas, no son vacunadas para aumentar su nivel de producción, no están confinadas en espacios reducidos, presentan iluminación natural. Estos factores generan un gran beneficio para las aves y mejora en cierta medida su calidad de vida.

Alimentación

La zona de alimentación y bebederos manejan una relación según el número de gallinas, es decir, por cada 5 aves 1 nidal, por cada 25 aves 1 comedero, por cada 50 aves 1 bebedero.



Figura 11. Zona de Alimentación (ilustración propia)

Fuente: *Elaboración propia (2018)*

La alimentación de las aves desde que llegan a la granja hasta que salen para el matadero lo comprende un 20% de concentrado y un 80% alimentación alternativa; el concentrado es suministrado desde Guaduas-Cundinamarca, mientras que la alimentación alternativa es preparada por el personal de la granja, esta alimentación alternativa es la combinación varios

alimentos cultivados en la misma granja: Botón de Oro, Balu, Sauco, Maíz Verde, Pasto de Corte y Cáscara de Huevo, los cuales son ingresados en una maquina picadora, esta se encarga de triturar y mezclar cada uno de los ingredientes generando una mezcla homogénea.



Figura 12. *Elementos Parte de la Dieta de las Gallinas en la Granja Ecológica*

Fuente: *Elaboración propia (2018)*

Limpieza y desinfección

En el galpón se realiza un proceso de limpieza y desinfección. Se realizan dos (2) tipos de limpieza una (1) de ellas es superficial y la otra es un poco más profunda. En la limpieza superficial se hace una combinación de sábila, extracto de ceniza y Agua. Estos ingredientes son vertidos en una fumigadora manual de 5 litros y se esparce por todo el galpón tanto en la parte que contiene un techo como la que esta descubierta, este proceso se realiza cada quince (15) días.

Para la desinfección profunda el personal de la granja realiza la combinación de sábila, extracto de ceniza, agua y yodo. Estos ingredientes son vertidos en una fumigadora manual de 5 litros y se esparce por todo el galpón tanto en la parte que contiene un techo como la que esta descubierta, este proceso se realiza una vez cada seis (6) meses.

Recolección de huevos

La recolección de los huevos es realizada en cuatro (4) momentos, tres (3) de ellos es en la mañana y el otro momento es en la tarde, los granjeros no tienen una hora establecida para la recolección, sin embargo, se adhieren a los momentos. Para esta labor la persona que ingresa a la zona de nidos debe pasar por un protocolo de limpieza que consiste en pasar el calzado por una zona que contiene Cal, ubicado en la entrada del galpón, con el uso de esta práctica se combate posibles focos de infección evitando llevar al interior del galpón cualquier tipo de epidemia y se previene enfermedades que pueden adquirir las aves. Las gallinas producen 4 tipos de huevos:

- Tipo Yumbo presenta un peso superior a 80gr
- Tipo Extra presenta un peso entre 80 y 69gr
- Tipo AA presenta un peso entre 68 y 57gr
- Tipo A presenta un peso entre 56 y 50gr
- Tipo B presenta un peso inferior a 50gr



Figura 13. *Recolección de Huevos*
Fuente: *Elaboración propia (2018)*

Los huevos son trasladados a un cuarto de 3 m², donde son almacenados, aquellos huevos que presentan suciedad por heces de gallina, se le realiza un proceso de limpieza. En donde se utiliza la clara de un huevo para eliminar aquellos residuos que presentan los huevos en la

superficie, luego se colocan en cubetas en las que son empacados y dejados listos para la distribución.

Para la distribución la granja cuenta con una camioneta Mazda BT50, en la que se realiza el desplazamiento, este vehículo funciona a base de Diésel. El vehículo es conducido desde la granja hasta la ciudad de Bogotá en la que son vendidos y distribuidos a los diferentes clientes que presentan para dar manejo a este dato se toma como ubicación puntual la Corporación Universitaria Minuto de Dios hasta el botadero de Doña Juana.

Una vez identificado el proceso productivo se establecieron las etapas para el ACV en la producción de un huevo ecológico

Tabla 4. *Etapas 1 llegada de las aves a la granja*

ETAPA 1. LLEGADA DE LAS AVES A LA GRANJA		
ENTRADAS		
Item	Cantidad	Und de medida
barley grain, feed	248,85	kg
cauliflower	124,43	kg
chicken for slaughtering, live weight	497,00	kg
clay brick	10,00	kg
diesel, burned in building machine	1,09	l
iodine	0,02	kg
maize grain, feed	124,43	kg
pesticide, unspecified	3,00	kg
tap water	843,25	l
transport, freight, light commercial vehicle	5,60	m3
SALIDAS		
Item	Cantidad	Und de medida
biowaste	547,00	kg
chicken for slaughtering, live weight	710,00	kg
ECOLOGICAL EGG PRODUCING HENS	710,00	kg
tap water	10,00	l

Fuente: *Elaboración propia (2018)*

Tabla 5. Etapa 2. Producción de huevo ecológico

ETAPA 2. PRODUCCION DE HUEVO ECOLOGICO		
ENTRADAS		
Item	Cantidad	Und de medida
barley grain, feed	1.373,70	kg
cauliflower	686,90	kg
chicken for slaughtering, live weight	710,00	kg
clay brick	10,00	kg
diesel, burned in building machine	1,00	l
electricity, low voltage	1,00	h
iodine	0,38	kg
maize grain, feed	686,80	kg
pesticide, unspecified	109,50	kg
tap water	46.173,40	l
SALIDAS		
Item	Cantidad	Und de medida
biowaste	1,00	kg
chicken for slaughtering, live weight	710,00	kg
ECOLOGICAL EGG	9.979,02	kg
tap water	80,00	l

Fuente: *Elaboración propia (2018)*

Tabla 6. Etapa 3. Distribución y transporte

ETAPA 3. DISTRIBUCION Y TRANSPORTE		
ENTRADAS		
Item	Cantidad	Und de medida
diesel, burned in building machine	10,00	l
ECOLOGICAL EGG	9.979,02	kg
transport, freight, light commercial vehicle	5,60	m3
waste newspaper	718,20	kg
SALIDAS		
Item	Cantidad	Und de medida
diesel, burned in building machine	10,00	l
ECOLOGICAL EGG	9.979,02	kg
transport, freight, light commercial vehicle	5,60	m3
waste newspaper	718,20	kg

Fuente: *Elaboración propia (2018)*

Tabla 7. Etapa 4. Fin de vida

ETAPA 4. FIN DE VIDA		
ENTRADAS		
Item	Cantidad	Und de medida
diesel, burned in building machine	7,00	l
EGGSHELL	997,90	kg
transport, freight, light commercial vehicle	5,60	m3
SALIDAS		
Item	Cantidad	Und de medida
DUMP	997,90	kgs

Fuente: *Elaboración propia (2018)*

Teniendo presente las entras y las salidas que afectan el sistema estudiado se proceden a cuantificar y generar una tabla para establecer las cantidades de cada referencia que afecta el sistema.

Tabla 8. Inventario por etapas

ETAPA	MATERIAL	CANTIDAD
LLEGADA DE LAS AVES A LA GRANJA	Grano de cebada, alimentación	248.85 Kg
	Grano de maíz, alimento	124.425 Kg
	Coliflor	124.425 Kg
	Ladrillo de arcilla	10 Kg
	Yodo	0.02 Kg
	Pesticida, no especificado	3.0 Kg
	Agua del grifo	843.25 L
	Diésel, para máquina de construcción	1.09 gal
	Transporte	5.6 m ³
	Pollo para matanza, peso vivo	497.0 Kg
PRODUCCION DE HUEVO ECOLOGICO	Grano de cebada, alimentación	1373.7 Kg
	Grano de maíz, alimento	686.8 Kg
	Coliflor	686.9 Kg

	Ladrillo de arcilla	10.0 Kg
	Yodo	0.38 Kg
	Pesticida, no especificado	109.5 Kg
	Agua del grifo	46173.41 L
	Diésel, para máquina de construcción	1.00 gal
	Motor eléctrico	1 U
	Pollo para matanza, peso vivo	710.0 Kg
DISTRIBUCION Y TRANSPORTE	Diésel, para máquina de construcción	5.0 L
	Huevo ecológico	9979.02 Kg
	Transporte	5.6 m ³
	Cubeta de huevo	718.2 Kg
FIN DE VIDA	Diésel, para máquina de construcción	7.0 L
	Cascara de huevo	10290.0 Kg
	Transporte	5.6 m ³

Fuente: *Elaboración propia (2018)*

Una vez terminado el inventario se ingresa la información al programa OPEN LCA, que arroja resultados interesantes para el análisis de ACV, entre los impactos generados en la producción de huevo ecológico se obtuvo que una mayor representación en: la Acidification Potential (AP) presenta un alza en la etapa 2 (producción de huevo ecológico) generando un impacto total de $9,65E+01$ Kg SO₂, el cambio climático (GWP) es más representativo en la etapa 2 (producción de huevo ecológico) generando un impacto total de $3,61E+03$ Kg CO₂, Freshwater aquatic ecotoxicity (FAETP) presenta $1,44E+02$ Kg 1,4-dichlorobenzene y el Human toxicity (HTP) se presenta con mayor relevancia en la etapa 2 con $2,67E+02$ Kg 1,4-dichlorobenzene, la Marine aquatic ecotoxicity - MAETP inf, presenta un alza en la etapa dos generando un total de $1,69E+06$ Kg 1,4-dichlorobenzene eq.

Tabla 9. Resultados de Impactos Ambientales por Etapas

ETAPA	MATERIAL	Climate change - (GWP)	Acidification potential (AP)	Freshwater aquatic ecotoxicity - (FAETP)	Human toxicity - (HTP)	Marine aquatic ecotoxicity - (MAETP)
LLEGADA DE LAS AVES A LA GRANJA	Grano de cebada, alimentación	-	-	-	-	-
	Grano de maíz, alimento	-	-	-	-	-
	Coliflor	14,918240000	-	4,027410000	1,648550000	-
	Ladrillo de arcilla	-	-	-	-	-
	Yodo	-	0,198330000	-	-	-
	Pesticida, no especificado	-	-	0,673600000	1,166190000	-
	Agua del grifo	-	-	-	-	-
	Diésel, para máquina de construcción	523,214720000	2,724280000	0,122070000	41,571230000	2,693600000
	Transporte	-	0,461400000	-	-	-
Pollo para matanza, peso vivo	167,674930000	11,646040000	-	0,727880000	-	
PRODUCCION DE HUEVO ECOLOGICO	Grano de cebada, alimentación	-	-	-	-	-
	Grano de maíz, alimento	-	-	-	-	-
	Coliflor	73,439060000	-	22,233690000	9,100970000	-
	Ladrillo de arcilla	-	-	-	-	-
	Yodo	1,642480000	0,404050000	-	-	-
	Pesticida, no especificado	54,252090000	5,193480000	24,505660000	42,426060000	-
	Agua del grifo	-	-	-	-	-
	Diésel, para máquina de construcción	1,896,000520000	9,817800000	-	151,340880000	9,806090000
	Motor eléctrico	8,772990000	1,679720000	-	1,537220000	-
Pollo para matanza, peso vivo	239,535610000	16,637200000	-	-	-	
DISTRIBUCION Y TRANSPORTE	Diésel, para máquina de construcción	312,949150000	23,877050000	45,828360000	8,486870000	-
	Huevo ecológico	-	-	-	-	-
	Transporte	-	-	-	-	2,360300000
	Cubeta de huevo	-	-	-	-	-
FIN DE VIDA	Diésel, para máquina de construcción	73,936120000	2,791500000	45,828430000	7,056500000	2,175990000
	Cascara de huevo	239,535610000	16,637200000	-	1,039830000	-
	Transporte	-	4,452170000	-	0,401880000	-

Fuente: *Elaboración propia (2018)*

GWP potencial de calentamiento global, AP Potencial de acidificación, FAETP

Freshwater Aquatic Ecotoxicity, HTP potencial de toxicidad humana, MAETP potencial de ecotoxicidad acuática marina,

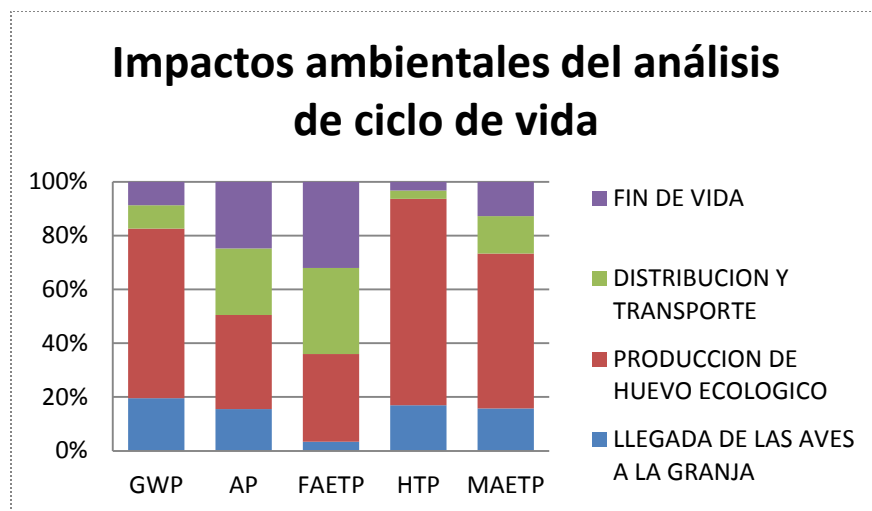


Figura 14. Impactos Ambientales por Etapa

Fuente: Elaboración propia (2018)

Teniendo en cuenta el gráfico anterior, se realiza un análisis de cada uno de los impactos, abordando cada etapa y los factores que generan gran influencia en temas ambientales.

Durante el ciclo de vida del huevo ecológico el GWP fue uno de los impactos más significativos, el 19,57% se presenta en la llegada de las aves a la granja, el 63,05% presente en la producción del huevo ecológico, 8,68% hace referencia a la distribución y transporte desde la granja hasta la ciudad de Bogotá y el 8,69% es el final del ciclo de vida del huevo en donde se desecha la cascara en un relleno sanitario. Analizando los factores que generaron este resultado y según el análisis realizado se halla que el uso de combustible fósil no renovable presentes en las cuatro (4) etapas son un aporte importante en impactos ambientales (Díaz V. C., 2017). La alimentación juega un papel importante en el aporte ambiental, aunque su procedencia es de la misma granja, esto se debe a todos los factores que intervienen en la cosecha, la generación de compostaje, el uso frecuente de pesticidas, fertilizantes y proceso de recolección. (Galarza Rodríguez, 2017)

En la AP hace parte de los impactos generados, en la llegada de las aves a la granja representa un 15,57%, en la producción del huevo ecológico es de 34,95%, para distribución y transporte es de 24,74% y por último en la disposición final de la cascara 24,74%. Este fenómeno ambiental se da por el uso de vehículos, uso de fertilizantes, la generación de compostaje, el uso de yodo como parte del pesticida, la alteración que se presenta cuando cambia la capacidad de neutralizar la composición química del suelo y el agua provenientes de (ácido sulfúrico, urea, sulfato de aluminio, ácido nítrico) (Antonio & Guzmán, 2006)

Para el FAETP el impacto se presenta distribuido de la siguiente manera, para la llegada de las aves a la granja es de 3,37%, en la producción de huevo ecológico, presenta un alza llegando a 32,63% en la distribución y transporte es de 32%, y para disposición final se mantiene en 32,00%. Este impacto es muy notable en la en las tres (3) últimas etapas, el impacto FAETP mide la toxicidad en el agua, en el estudio realizado se evidencia que las tres (3) últimas etapas generan peligros nocivos para los organismos acuáticos, el uso de fertilizantes, las heces de las aves, la generación de compostaje, y uso de fertilizantes, el permanente uso de yodo como parte de la fórmula del pesticida. Todos estos residuos terminan en el suelo y el aire, los cambios climáticos se encargan de llevarlos a las cuencas hidrográficas de las tierras altas y repercute con gran fuerza en las zonas bajas donde están situados los ríos y demás canales hídricos. (Díaz, Bustos, & Espinosa, 2009, Arroyave, 2004)

Para el HTP los impactos fluctúan dependiendo de la etapa, en la llegada de las aves a la granja se presenta un 16,93%, mientras que de producción de huevo ecológico es de 76,70%, en la distribución y transporte y la disposición final variación es mínima, corresponde a 3,18% y a 3,19% respectivamente. El HTP es muy notable en la producción del huevo ecológico y en la llegada de las aves a la granja, esto se da por contaminantes que pueden afectar la salud humana,

el uso de pesticidas y más aún el yodo como componente principal de la mezcla, hace que se vea en peligro salud de las personas que laboran en la granja y que exista un alto grado de certeza que las aves queden expuestas a este tipo de pesticidas. (Cavieres, 2004)

Para el MAETP los impactos generados en la llegada de las aves a la granja se presentan un 15,81%, en la producción de huevo ecológico es de 57,56% en la distribución y transporte es de 13,85% y la disposición final es de 12,77%. Durante el proceso de la producción de huevo ecológico se generan residuos en fluidos que representan básicamente en la contaminación del agua y el aire, esta carga contaminante desencadena en el lecho marino poniendo en peligro la vida de las especies que hacen parte de ese ecosistema, y más allá de eso las personas que consumen los alimentos provenientes de estos territorios, sin embargo, algunos de estos residuos yacen en el lecho de los ríos, lagunas, lagos entre otros. (Miguez, y otros, 2010, Argeñal, 1997)

Discusión

La huella de carbono generada al final del ejercicio corresponde 2,77 Kg CO₂ por cada kilogramo de huevo ecológico obtenido en el estudio realizado, en donde la alimentación juega un papel fundamental en la granja estudiada la alimentación está compuesta por grano de cebada, grano de maíz y coliflor, a comparación con el resultado obtenido en la investigación de los impactos ambientales de la producción de huevos convencionales en Oviedo España, donde el resultado es de 3,49 Kg CO₂ por cada kilo de huevo, y la alimentación de las aves basa su dieta en maíz, soja, aceite vegetal y bicarbonato (Rueda, 2016). Sin embargo, en el estudio realizado a una producción de huevos en Canadá, el huevo en un criadero ecológico genera 2,41 Kg CO₂, donde la alimentación es cebada, guisantes y canola. (Pelletier, 2017). Por otro lado, en la evaluación de la cadena de producción de huevos realizada en Hamedan-Irán, generó un

resultado un poco más alto que corresponde a 5,59 Kg CO₂ donde la alimentación es maíz, trigo y soja (Ghasempour & Ahmadi, 2015). Estas diferencias radicadas en la alimentación crean una variación en el resultado de los datos, es decir, se tiene en cuenta todo lo que conlleva la producción de los mismos, ya que para la producción de los alimentos generados por el cultivo, están presentes los pesticidas, fertilizantes, abonos y demás elementos que intervienen y hacen parte de este proceso.

En la AP generado en el estudio realizado es de 0,07652 Kg SO₂ por kilogramo de huevo. Este valor se presenta por uso de vehículos, uso de fertilizantes, la generación de compostaje, el uso de yodo como parte del pesticida, en comparación a los otros estudios, en la producción de huevos en Canadá es de 0,0806 Kg SO₂ por kilogramo de huevo, corresponde al uso de combustible fósil como el gas natural y el diésel, además del uso de vehículos de tipo agricultura para la realización de tareas dentro de la granja y la gestión de estiércol (Pelletier, 2017), y en el estudio de producción de huevos realizada en Hamedan-Irán presenta 0,003846 Kg SO₂ por kilogramo de huevo, está dado por el uso de energías no renovables (Ghasempour & Ahmadi, 2016).

Para el HTP generado en todo en la totalidad de las estas es de 0,27 Kg 1,4-dichlorobenzén, se dan por el uso de pesticidas y yodo como componente principal de la mezcla, mientras que en el estudio de producción de huevos realizada en Hamedan-Irán presenta es de 0,0058 Kg 1,4-dichlorobenzén, aunque se manejan pesticidas para preservar la salud de las aves no usan yodo como componente dentro de su proceso (Ghasempour & Ahmadi, 2016).

La etapa que mayor incidencia en contaminantes arrojados en el ACV del huevo ecológico, esto está dada en etapa de producción, es etapa con mayor duración en tiempo a diferencia de las demás, presenta una mayor ingesta de alimentos y salida de desperdicios, a

demás de eso el uso constante de pesticidas y productos para el aseo y la desinfección hacen que sea la etapa que presentan un alza en los impactos ambientales (Pelletier, 2017, Rueda, 2016), en el estudio realizado la etapa de producción generó un 63.05% de Kg CO₂ del total de las etapas,

En comparación con otros sistemas de producción de alimentos, la huella de carbono generada en la larvicultura es 4.2 Kg CO₂. (Juan Eduardo Hernández Orozco, 2015).

La producción de carne bovina presenta 1345.83 Kg CO₂ (Chávez, Flores-Soto, & R., 2011), con respecto a la huella generada por la producción de huevos ecológicos es mucho menor, es decir, es posible enunciar que es, aunque la producción de huevos ecológicos genera un impacto negativo al medio ambiente es mucho más limpio que otros sistemas comúnmente encontrados alrededor del mundo.

Cuando se realiza la comparación entre la producción de huevo convencional y la de huevo ecológico cabe resaltar que la producción de huevo convencional genera un 20% más de unidades producidas, sin embargo, el tamaño y la calidad del huevo se ve afectada, ya que el huevo ecológico presenta un mayor tamaño y un mayor aporte nutricional, sin contar el estado físico y saludable de las gallinas, (Benjumea & Castañeda, 2010). En la producción convencional se ve afectada la longitud y las desviaciones de las patas, (Ruesga, Orozco, Serratos, & Flores, 2015) lesiones provocadas por otras aves que se hacen daño teniendo en cuenta el hacinamiento al que están sometidos. Por ello, la producción de huevo ecológico requiere de espacios amplios para estirar tanto las patas como las alas además de permitir un comportamiento normal. (De Basilio, 2013)

Conclusiones

Por medio del software OPEN LCA se logró hacer un ACV que permitió identificar y evaluar los impactos ambientales de manera cuantitativa y cualitativa considerando los principales aspectos ambientales del proyecto y su predominio sobre los elementos receptores que intervienen en el medio físico y biológico, es decir, huella de carbono generada durante la producción del huevo ecológico; teniendo en cuenta que el sistema estaba dividido en cuatro etapas; la etapa que presentó un mayor impacto ambiental, fue en la producción de huevo ecológico, hay que tener en cuenta que es en esta etapa es donde se presenta la mayor cantidad de tiempo de procesamiento, cuando se realizó el análisis se encontró que la alimentación, el combustible para la máquina de trituración y el yodo como parte de la fórmula del pesticida afecta de manera directa la etapa de producción. Las demás etapas se ven afectadas básicamente por el combustible diésel que predomina en todas las instancias.

A comparación del sistema convencional es evidente el estado salud de las gallinas se ve afectado en la producción de huevo convencional, la granja estudiada presenta espacios muy amplios donde la gallina es libre de estirar las alas y las patas, y no presentan el confinamiento del sistema convencional. El hecho que las gallinas no cuenten con luz artificial ayuda a su crecimiento y desarrollo, el nivel de enfermedades provocadas en el sistema ecológico es mucho más bajo además de la mortandad, mientras que el sistema convencional para evitar la mortandad deben ser despizadas con el fin que no se hagan daño entre ellas. Este tipo de maltrato animal que no está presente en el sistema ecológico, ya que las gallinas en la producción convencional presentan normalmente una alta tasa de infección de los huevos y padecen enfermedades como osteoporosis y picoteo de plumas (Rodríguez J. M., Rodríguez, Valdez, Vidal, & Aguilar, 2017). También se refleja en la calidad de huevos en cuanto a tamaño y calidad, el impacto ambiental

generado en el sistema ecológico es mucho más bajo que en sistema convencional, es decir, la huella de carbono generada por un kilogramo de huevo es de 2,77 Kg CO₂ por cada kilo de huevo mientras que en el sistema convencional realizado por es de 3,49 Kg CO₂ por cada kilo de huevo (Rueda, 2016).

Aunque la practica convencional ocupa más del 60% de la producción mundial de huevos, algunos países tomaron decisiones frente a la proliferación de Salmonella; por su parte Suiza, Austria, Bélgica, Países Bajos y Suecia, prohibieron la practica convencional, Alemania aumentó el espacio de jaulas (Rodríguez M. A., 2015).

Cuando se compara el nivel productivo en cuanto a unidades, el sistema convencional genera una producción mayor, sin embargo, en cuanto a calidad, peso y carga nutricional es mejor el huevo ecológico. En Colombia la producción de huevos es un proceso que ha ido fortaleciéndose y del cual se han generado pequeñas empresas con buenas proyecciones de crecimiento según la información reportada por la Federación Nacional de Avicultores de Colombia-FENAVI (2017), siendo este un producto de consumo masivo, parte principal de la canasta familiar. Se estima que la demanda mundial para el año 2050 tenga un crecimiento significativo en promedio de 102 millones de toneladas de huevos, cifra que permite reconocer la importancia de la dinámica de su producción. La demanda actual se concentra en lo ecológico, cada día más gente busca alimentos ecológicos libres de cargas toxicas que afecten la salud propia y familiar, es decir, el huevo ecológico presenta un mayor agrado por el consumidor, aunque su precio sea un poco más elevado.

REFERENCIAS

- Abín, R., Laca, A., Laca, A., & Díaz, J. M. (1 de Julio de 2016). *Impactos ambientales de la Produccion de Huevos. Analisis de Ciclo de Vida y huella de Carbono*. Oviedo: Universidad del Oviedo.
- Alaba, A., Reina, J., & Acero, T. (2014). *Análisis de factibilidad de un proyecto productivo que utilice el bagazo de caña panelera como material prima para la produccion de bioetanol y papel*. Bogota: Universidad del Rosario.
- Alders, R. (2004). Producción avícola por beneficio y por placer. *Food & Agriculture Org.*
- Antonio, M. A., & Guzmán, G. I. (2006). Evaluación comparada de la sostenibilidad agraria en el olivar ecológico y convencional. *Agroecologia*, 1, 63-74.
- Argeñal, O. (1997). *Efecto agudo de endosulfan (Thiodan) y lindano (Lindafor) sobre el camaron blanco Penaeus vannamei*. Honduras: Escuela agricola panamericana.
- Arroyave, M. D. (2004). La lenteja de agua (Iemna minor l.): una planta acuática promisoría. *Revista EIA*, 33-38.
- Bananero ForoMundial, F. (2014). *Organizacion de las naciones unidas para la alimentacion y la Agricultura*. Recuperado el 17 de 10 de 2017, de FAO: <http://www.fao.org/world-banana-forum/projects/good-practices/carbon-footprint/es/>
- Benjamín, J. A., & Masera, O. (2001). Captura de carbono ante el cambio climático. *Madera y bosques*, 7(1).

- Benjumea, C., & Castañeda, M. (2010). Evaluación del bienestar animal y comparación de los parámetros productivos en gallinas ponedoras de la línea Hy-line Brown en tres modelos. *CIENCIA ANIMAL*, 1-7.
- Betancourt, L., & Díaz, G. (2009). Enriquecimiento de huevos con ácidos grasos omega-3 mediante la suplementación con semilla de lino (*linum usitatissimum*) en la dieta. *MVZ Córdoba Vol.14(1)*, 1602-1610.
- Bustamante, M. (2018). *Adición de cuatro niveles de fosfatidilcolina (biocholine) en la dieta de gallinas Lohmann Brown-Classic en tercera fase de producción*. Sangolqui: Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. IASA I. Carrera de Ingeniería de Ciencias Agropecuarias.
- Cadavid, M., & Hernando, G. (2014). *Análisis de Ciclo de Vida (ACV) del proceso siderúrgico*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Calle, C., Estrada, M., Barrios, D., & Agudelo, G. (2015). *Construcción de un índice de competitividad*. Medellín: lecturas de economía.
- Campo, G. d. (24 de Mayo de 2012). *Blog de WordPress*. Obtenido de <https://huevoselmajadal.com/2012/05/24/composicion-y-estructura-del-huevo/>
- Castañeda, C. (2010). *Evaluación y comparación de los parámetros productivos en gallinas ponedoras de la línea Hy-line Brown en tres modelos de producción: piso, jaula y pastoreo*. Recuperado el 18 de 09 de 2017, de <http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/6184>
- Castro, J. Y., Meléndez, & Antonio, F. (1996). *Estudio preliminar de la cria de gallinas de patio en el municipio de Nindirí, Masaya*. Doctoral dissertation, Universidad Nacional Agraria, UNA.

- Cavieres, M. F. (2004). Exposición a pesticidas y toxicidad reproductiva y del desarrollo en humanos: Análisis de la evidencia epidemiológica y experimental. *Revista médica de Chile*, 132(7), 873-879.
- Chacon, J. (2008). *Slideshare*. Recuperado el 12 de 08 de 2017, de <https://es.slideshare.net/ruben20121/historia-ampliada-y-comentada-del-analisis-del-ciclo-de-vida>
- Chávez, C. R., Flores-Soto, & R., P.-R. (2011). Análisis de Ciclo de Vida de la Carne Bovino en Sonora: Etapa de Sacrificio. *Cleaner production initiatives and challenges for a sustainable world*, 10.
- Codony, R. (2002). Composición y valor nutritivo del huevo. *Consejo asesor del instituto de estudios del huevo*, 155.
- Coma, J. B., & Companys Grupo Vall. (2004). Producción ganadera y contaminación ambiental. *Curso de Especialización FEDNA*, 237-272.
- Cortes, M. A. (20 de 10 de 2015). *Revista digital Inesem*. Recuperado el 04 de 05 de 2017, de El Análisis de Ciclo de vida y sus principales softwares como herramientas de cálculo: <https://revistadigital.inesem.es/gestion-integrada/el-analisis-de-ciclo-de-vida-y-sus-principales-softwares-como-herramientas-de-calculo/>
- De Basilio, V. (2013). Principios Básicos de la Producción Comercial de Pollos y Gallinas Ponedoras. *Universidad Central de Venezuela*.
- De la Cuesta, G. M. (2004). El porqué de la responsabilidad social corporativa. *Boletín económico de ICE*, 2813, 45-58.

- Delgado, M. F. (2016). *Determinación de parámetros productivos en gallinas ponedoras de raza araucana en un sistema de semipastore*. Chimborazo: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Dellavedova, M. (2011). *Guía metodológica para la elaboración de una evaluación de impacto ambiental*. La Plata: Universidad Nacional de la Plata.
- Diana Paola Rincón Acero¹, R. Y. (2011). Transmisión de Salmonella enterica . *Rev. Univ. Ind. Santander. Salud vol.43 no.2 Bucaramanga May/Aug. 2011*, 20-25.
- Díaz, b. m., Bustos, l. m., & Espinosa, r. a. (2009). Pruebas de toxicidad acuática: fundamentos y métodos. *Ingeniería e Investigación*, 29(1), 142-142.
- Díaz, V. C. (2017). *Inventario de emisiones de gases de efecto invernadero en el transporte de residuos municipales en Madrid*. Madrid: E.T.S.I. Industriales (UPM).
- Dollander, A. &. (1986). *Elementos de embriología. Embriología general*. Mexico: Limusa SA.
- 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), 0-0.
- Ecoinvent 3.3. (2016). *ecoinvent 3.3*. Switzerland: ecoinvent 3.3.
- El Sitio Avícola. (16 de Junio de 2017). www.elsitioavicola.com. Recuperado el Junio de 2017, de www.elsitioavicola.com/poultrynews/32244/valle-ya-es-el-primer-productor-de-huevo-en-colombia/
- Epstein, M. J. (2000). *El desempeño ambiental en la empresa: prácticas para costear y administrar una estrategia de protección ambiental*. Ecoe. Ecoe.

FAO. (11 de 1996). *Producción de alimentos e impacto ambiental*. Recuperado el 23 de 10 de 2017, de Cumbre mundial sobre la alimentación:

<http://www.fao.org/docrep/003/w2612s/w2612s11.htm>

FAO. (11 de 2006). *Organizacion de las naciones unidas para la cultura y la alimentacion*.

Recuperado el 14 de 10 de 2017, de Las repercusiones del ganado en el medio ambiente:

<http://www.fao.org/ag/esp/revista/0612sp1.htm>

Federación Nacional de Avicultores - FENAVI. (19 de Abril de 2017). www.fenavi.org.

Recuperado el Junio de 2017, de

http://www.fenavi.org/index.php?option=com_content&view=article&id=3507:en-el-primer-trimestre-del-ano-el-sector-avicola-crecio-52-&catid=454:comunicados-de-prensa&Itemid=1348

FENAVI. (2013). *Federación Nacional de Avicultores de Colombia*. Obtenido de

<http://www.fenavi.org/>

FENAVI. (13 de JULIO de 2017). *El Sector Avícola* . Recuperado el 21 de AGOSTO de 2017, de El Sector Avícola:

http://www.fenavi.org/index.php?option=com_content&view=article&id=3536:2017-07-13-22-57-47&catid=454:comunicados-de-prensa&Itemid=1348

Fernández, V. V. (2009). *Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental*. Madrid: Mundi-Prensa Libros.

Ferrer, E. F. (2007). *Analisis del ciclo de vida de la produccion de zumo de mago organico*.

Santa Clara. Villa Clara. Cuba: Universidad central "Martha Abreu" de las villas.

- Galarza Rodriguez, J. L. (2017). *Determinación de la concentración de elementos contaminantes y bacterias patógenas presentes en un sistema de agricultura urbana compuesto por hortalizas*. Cuenca: Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca.
- Galíndez, R., De Basilio, V., Martínez, G., Vargas, D., Uztariz, E., & Mejía, P. (2010). Efecto del mes de incubación, caracteres físicos del huevo y almacenamiento, sobre la mortalidad embrionaria en codornices japonesas. *Zootecnia Tropical*, 28(1), 17-24.
- Gatica, R., Slebe, J. C., Ulloa, J., & Yáñez, A. J. (2004). Comparación de dos vías de inoculación en la producción de anticuerpos contra fructosa 1,6-bisfosfatasa en huevos de gallina. *Archivos de medicina veterinaria*, 36(1), 49-58.
- Ghasempour, A., & Ahmadi, E. (2015). *Evaluación de los impactos ambientales de la cadena de producción de huevos usando la evaluación del ciclo de vida*. Hamedan, Irán: ELSEVIER.
- Ghasempour, A., & Ahmadi, E. (2016). Assessment of environment impacts of egg production chain using life. *Journal of Environmental Management*, 980 - 987.
- Gómez, J. E., & Castañeda, C. (2010). Evaluación del bienestar animal y comparación de los parámetros productivos en gallinas ponedoras de la línea hy-line brown en tres modelos de producción piso, jaula y pastoreo. *Ciencia Animal. Ediciones Unisalle Universidad de La Salle. Colombia*.
- Google maps. (s.f.). *Google maps*. Recuperado el 12 de 10 de 2017, de Google maps: <https://www.google.com.co/maps/search/vereda+la+esmeralda+via+guaduas+villeta/@5.0823701,-74.5944952,9136m/data=!3m1!1e3>
- Gramas. (16 de 01 de 2014). *Ingeniería bioclimática*. Recuperado el 03 de 11 de 2017, de Metodología del Análisis de Ciclo de Vida (Life Cycle Assessment LCA):

<https://gramaconsultores.wordpress.com/2014/01/16/metodologia-del-analisis-de-ciclo-de-vida-life-cycle-assessment-lca/>

Grobas, S., & Mateos, G. G. (1996). *Influencia de la nutrición sobre la composición nutricional del huevo*. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid.

Grobas, S., & Mateos, G. G. (22 de Aril de 2016). Influencia de la nutrición sobre la composición nutricional del huevo. *FEDNA XII Curso de especialización*, 25.

Hernández, J. M. (1991). Estudio de los caracteres del huevo en diversos Cerambycidae ibéricos y su interés taxonómico. (*Coleoptera*). *Graellsia*, 47, 49-59.

Hildenbrand, J., Srocka, M., & Ciroth, A. (2005). *Open Lca*. Recuperado el 10 de 08 de 2017, de Open Lca: <http://www.openlca.org>

Ihobe. (2014). *Basque ecodesing center*. Obtenido de <http://www.ihobe.eus/eventos/ficha.aspx?IdMenu=74e0675a-2235-4892-af39-e5bf7072bc20&Cod=746&Idioma=es-ES>

ISO 14040. (07 de 2006). *Organización Internacional para la Estandarización*. Obtenido de Gestión ambiental - Evaluación del ciclo de vida - Principios y marco: <https://www.iso.org/standard/37456.html>

Jay, J. (2005). *Microbiología moderna de los alimentos*. Zaragoza- España: Acribia.

Leiden, U. (11 de 2016). *institute of Environmental Sciences*. Recuperado el 16 de 10 de 2017, de institute of Environmental Sciences: https://www.universiteitleiden.nl/en/research/research-output/science/cml-annual_report_cml_2015

Llanes, C. E., Sarria, L. B., & López, B. E. (2006). Metodología para la determinación de los impactos ambientales en procesos productivos. *Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 15(3).

- Llanos, N. F., Flores, J. E., & Nader, L. M. (2003). *Caracterización de la curva de crecimiento en cuatro tipos de gallina criolla*. *Acta Agronómica*, 52(1), 85-92.
- Lon-Wo, E. (2003). La producción avícola y la contaminación. *curso: La nutrición y la fisiología digestiva en la producción de animales monogástricos y su impacto ambiental*. VII *Encuentro de Nutrición y Producción de Animales Monogástricos*.
- Lon-Wo, E., & Cárdenas, M. (2003). Impacto económico y ambiental de una alimentación diferenciada para las gallinas ponedoras. *Cubana de Ciencia Agrícola*, 37(4).
- Lon-Wo, E., & Cárdenas, M. (2003). Impacto económico y ambiental de una alimentación diferenciada para las gallinas ponedoras. *Cubana de Ciencia Agrícola*.
- Mazda. (s.f.). *Ficha técnica Mazda BT50*. Mazda.
- Mengod, A. R. (2016). *Tipificación de la calidad del huevo de gallina ecológico y convencional*.
Doctoral dissertation.
- Miguez, D., Seoane, I., Carrara, M. V., Carnikián, A., Keel, K., Aizpún, A., y otros. (2010).
Evaluación ecotoxicológica de sedimentos en una zona del Río Uruguay, con puntos finales indicadores de toxicidad aguda, sub-letal, crónica, reproductiva y teratogénica. *Innotec*, 5.
- Montagnini, F., & Jordan, C. F. (2002). Reciclaje de nutrientes. Ecología y conservación de bosques neotropicales. Cartago (Costa Rica). *Libro Universitario Regional*, 167-192.
- Montoya, C. E. (2015). Evaluación ambiental de residuos en la granja avícola CAFARI del municipio. *Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD*.
- Moreno, J. C. (2006). Programas de luz en granjas de broilers. *Jornadas Profesionales de Avicultura de Carne 2005*, 25-27.

- Nathan, P. (2017). Life cycle assessment of Canadian egg products with differentiation. *Journal of Cleaner Production*, 167-180.
- North, M. O., & Bell, D. D. (1993). *Manual de producción avícola*. México: EL Manual Moderno SA de CV México, DF, 3.
- NTC ISO 14040, I. (2007). *Análisis del ciclo de vida principios y marco de referencia*. Bogotá: INCONTEC.
- Ochoa, K. (1999). Producción más limpia. *Boletín El Palmicultor*, (323), 12-13.
- Orea, D. G., & Villarino, M. T. (2013). *Evaluación de impacto ambiental*. Mundi-Prensa.
- Pacheco, O. J. (13 de 12 de 2016). *Producto, Importancia del Análisis del Ciclo de Vida de un producto*. Recuperado el 15 de julio de 2017, de Gestinpolis:
<https://www.gestiopolis.com/importancia-del-analisis-del-ciclo-vida-producto/>
- Panichelli, L., Trama, L., & Dauriat, A. (2006). Análisis de Ciclo de Vida (ACV) de la producción de biodiesel. *Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires*, 22.
- Pardo, L. L., & Lerma, M. (2007). Ciclo de vida, importancia agrícola y manejo integrado de la chisa rizófaga *Phyllophaga menetriesi* Blanchard (Coleoptera: Melolonthidae), en Cauca y Quindío, Colombia. *Acta Agronómica*, 56(4), 195-202.
- Pelletier, N. (2017). Life cycle assessment of Canadian egg products, with differentiation. *Journal of Cleaner Production*, 167 - 180.
- Pérez, D. C. (2004). *Caracterización de la producción ecológica en Colombia*. Bogotá: IICA.
- Perez, F. (Septiembre de 2013). ACV comparativo de una mermelada de naranja ecológica y no ecológica. *Universidad de Valladolid*, 162.
- Permin, A., & Ranvig, H. (2001). Genetic resistance to *Ascaridia galli* infections in chickens. *Veterinary Parasitology*, 102(1-2), 101-111.

- Porrero, M. C. (2006). Salmonelosis y huevos. *Profesión veterinaria*, 28-32.
- Portafolio. (27 de Marzo de 2017). *www.portafolio.co*. Recuperado el Junio de 2017, de <http://www.portafolio.co/negocios/consumo-de-huevo-y-pollo-aumento-en-la-ultima-decada-504342>
- Raigón, M. D., Martínez, M. G., & Esteve, P. (2006). Valoración de la calidad del huevo de granja ecológica e intensiva. *Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Agrícola*, 1-10.
- Retamoso, C. E. (2007). *contaminación y gestión ambiental*. Bogota: Pontificia Universidad Javeriana.
- Rieznik, N., & Hernandez, A. (Julio de 2005). *Habitat*. Recuperado el 3 de 11 de 2017, de <http://habitat.aq.upm.es/temas/a-analisis-ciclo-vida.html>
- Rivera, J., Chara, J., & Barahona, R. (2016). ACV para la producción de leche bovina en un sistema silvopastoril intensivo y un sistema convencional en Colombia. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 241.
- Rodríguez, B. I. (2003). El Análisis del Ciclo de Vida y la El Análisis del Ciclo de Vida y la gestión ambiental. *Tendencias Tecnologías*, 90 - 97.
- Rodríguez, B. I. (2003). *El análisis del ciclo de vida y la gestión ambiental*. 91-97: Boletín iiE.
- Rodríguez, B. I. (2003). El análisis del ciclo de vida y la gestión ambiental. *Boletín*, 91-97.
- Rodríguez, J. M., Rodríguez, L. T., Valdez, M., Vidal, J., & Aguilar, E. (2017). Fundamentos de Producción Avícola. *Universidad Politécnica de Francisco I. Madero*, (p. 50).
- Rodríguez, M. A. (4 de 3 de 2015). *ndnatural*. Recuperado el 22 de 4 de 2018, de huevo ecológico vs convencional: <https://ndnatural.net/2015/03/04/huevo-ecologico-vs-convencional-y-la-gallina/>

- Rodríguez, M. P., Rodríguez, J. G., & Viramontes, U. F. (2015). Desarrollo Sustentable de los Recursos Naturales al Disminuir Riesgos de. *CULCyT*, (20).
- Rodríguez, N. (2016). Análisis del ciclo de vida (ACV): historia y principales características. *GESTINPOLIS*, 2-22.
- Romero, H. &. (2005). *Evaluación ambiental del proceso de urbanización de las cuencas del piedemonte andino de Santiago de Chile*. Santiago: Eure (Santiago).
- Rueda, R. A. (2016). *Impactos ambientales de la producción de huevos: análisis de ciclo de vida y huella de carbono*. Oviedo España: Universidad de Oviedo.
- Ruesga, G. E., Orozco, H. J., Serratos, V. J., & Flores, L. H. (2015). Efecto de la densidad de aves en jaula y energía alimentaria en la producción y calidad de huevo en gallinas Bovans. *Iberoamericana de Ciencias Vol. 2. Núm. 2*.
- Ruiz, N., Orrego, G., Reyes, M., & Silva, M. (2016). Aumento de la Temperatura de Incubación en Huevos de Gallina Araucana (*Gallus inauris*): Efecto sobre la Mortalidad Embrionaria, Tasa de Eclosión, Peso del Polluelo, Saco Vitelino y de Órganos Internos. *International Journal of Morphology*, 34(1), 57-62.
- Sánchez, O. J., & Cardona, C. A. (2007). Análisis de ciclo de vida. *Universidad EAFIT*, 43(146), 59-79.
- Santos, M., Lon-Wo, E., Savón, L., & Herrera, M. (2014). Comportamiento productivo de pollos cuello desnudo heterocigotos en pastoreo, con diferentes espacios vitales y harina de hojas de *Morus alba* en la ración. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*.
- SENA. (26 de 11 de 2011). *SlideShare*. Recuperado el 12 de 12 de 2017, de SlideShare: <https://es.slideshare.net/tampiko/sistemas-de-produccion-aves>

- Siemon, C. E., Bahnson, P. B., & Gebreyes, A. W. (2007). Comparative investigation of prevalence and antimicrobial resistance of Salmonella between pasture and conventionally reared poultry. *American Association of Avian Pathologists*.
- SlideShare. (2 de 6 de 2014). *Nuevo manual de manejo de pollas lohmann brown classic*. Recuperado el 22 de 11 de 2017, de Nuevo manual de manejo de pollas lohmann brown classic: <https://es.slideshare.net/alejandrocuba76/ltz-management-guidelb-classic-spanisch2013>
- Suppen, N., & Van Hoof, B. (2007). *Conceptos básicos del Análisis de Ciclo de Vida y su aplicación en el Ecodiseño*. Recuperado el 12 de 06 de 2017, de http://www.icyt.dfg.mx/documents/cursos_diplomados/seminario_empresa/PRESENTACION_NYDIA_SUPPEN.pdf/Consultado
- Valencia, L. N. (2016). *la gallina criolla colombiana*. Palmira: universidad nacional de colombia sede palmira.
- Vargas, F. G. (2011). Responsabilidad social empresarial, ciudadanía y desarrollo. *Cuadernos de administración*, 24(43).
- Velásquez, H. I., Janna, F. C., & Agudelo, A. F. (2006). Diagnóstico exergético de los procesos productivos de la panela en Colombia. *Energética*, (35).
- Wadel, G., Avellaneda, J., & Cuchí, A. (2010). *La sostenibilidad en la arquitectura industrializada: cerrando el ciclo de los materiales*. Informes de la Construcción.