

# **Estado del arte de la medición de la huella hídrica en el sector avícola**

**Jizeth Hael González Ramírez**



Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD  
Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiental  
Bogotá, Colombia

2019

# **Estado del arte de la medición de la huella hídrica en el sector avícola**

**Jizeth Hael González Ramírez**

Monografía presentada como requisito parcial para optar al título de:  
**Ingeniería Ambiental**

Director:  
MEng. Andrea Viviana Yate Segura

Línea de investigación:  
Gestión Ambiental

Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD  
Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiental  
Bogotá, Colombia  
2019

*“El agua es la fuerza motriz de toda la Naturaleza.” Leonardo Da Vinci (1452-1519).*

## Agradecimientos

A la Universidad Nacional Abierta y A Distancia – UNAD por haberme brindado la oportunidad de acceder al programa y de poner a disposición los diferentes espacios y recursos para llevar a cabo mi desarrollo académico, de igual manera a todos los tutores implicados en el proceso que de modo directo o indirecto me ayudaron a fortalecer las bases cognoscitivas para culminar este proceso.

A mí estimada directora de proyecto, la Ingeniera Andrea Viviana Yate Segura por haber confiado en mis capacidades, por las largas jornadas dedicadas a apoyarme en este camino, por compartir sus conocimientos y por estar siempre pendiente en cada una de las fases desarrolladas para lograr este producto.

A mis padres, Pablo Giovanni González López y Alejandra Ramírez Posada por haberme dado las sólidas bases con las que me formé como persona y profesional a lo largo de los años con valores y ayudarme a ser la persona que soy hoy, por alentarme a luchar por mis sueños, por enseñarme que estos se cumplen con arduo trabajo, que las metas se alcanzan con esfuerzo y dedicación y por brindarme su apoyo incondicional por sobre todas las situaciones.

A mis hermanas Alejandra González Ramírez y Paula Astrid González Ramírez, por su apoyo moral, por llenar mi vida de alegría y ánimo en los momentos en los que más los he necesitado, así como su constante presencia en los momentos más difíciles y por alentarme a construir el camino que me lleva al logro de todos mis objetivos sin esperar nunca nada a cambio.

Y por sobre todas las cosas, a Dios por haberme permitido la vida, por poner en mi camino las personas correctas, por darme la guía que me llevó por el camino del aprendizaje, de

las experiencias, la felicidad e iluminarme con el espíritu de la fortaleza y ganas de seguir adelante.

## Resumen

El estado del arte sobre la medición de huella hídrica en el sector avícola es un planteamiento de metodologías que permiten establecer los niveles de consumo directo e indirecto de agua dulce que es incorporada a la producción de un bien o servicio, así como aquella cantidad de agua que es precipitada y evaporada en el proceso productivo y la cantidad de agua utilizada para la dilución de contaminantes generados en una producción avícola a nivel mundial y su posible aplicación en el territorio colombiano, con ello se pretende establecer nuevas bases de desarrollo del conocimiento de evaluación de la huella hídrica y su clasificación (azul, verde, gris); lo que permitiría una confrontación de resultados obtenidos con estudios anteriores a nivel mundial en un ejercicio de medición en el sector en un mediano o largo plazo, con el fin de evidenciar las problemáticas de gestión del recurso hídrico y su influencia sobre los sectores ambientales, sociales y económicos del sector productivo (avícola) con enfoque en la situación del territorio nacional.

Las etapas a desarrollar se ejecutan en una cadena de pasos que comienzan con la definición de qué es la huella hídrica y sus tipos posterior a la investigación de diversos textos, siguiendo con la caracterización de la producción avícola desde sus inicios hasta el ingreso al territorio colombiano y su adaptación, así como la identificación de las metodologías de medición de la huella hídrica que permiten obtener datos base del análisis en la búsqueda de vacíos de información en el territorio nacional sobre la medición de este tipo de indicadores, el posterior análisis de los datos recopilados por tipo de huella y finalmente la presentación de los resultados obtenidos de los estudios que fueron realizados en otros países que a pesar del contexto disímil permitieron generar bases para medir las variaciones en los recursos hídricos y las posibles consecuencias de no contar con una gestión y planificación adecuada.

Con lo anterior, se consolidaron los resultados que permitieron establecer que las mediciones de huella hídrica en Colombia se realizan por las autoridades de manera

general, sin evidenciar información de resultados de la medición por sectores de producción, debido a la inexistencia de este tipo de evaluaciones a nivel nacional impidiendo sentar bases de gestión sobre los recursos hídricos utilizados para procesos domésticos, industriales y agropecuarios cotidianos en el desarrollo de la economía colombiana.

**Palabras claves:** *Huella Hídrica, sector avícola, huella verde, huella azul, huella gris*

## **Abstract**

The state of the art about the measurement of water footprint in the poultry sector is an approach of methodologies that allow to establish the levels of direct and indirect consumption of fresh water that is incorporated into the production of a good or service, as well as that amount of water that is precipitated and evaporated in the production process and the amount of water used for the dilution of pollutants generated in a poultry production in worldwide and its possible application in the Colombian territory, with this it is intended to establish new bases of development of evaluation knowledge of the water footprint and its classification (blue, green, gray); which would allow a confrontation of results obtained with previous studies worldwide in a measurement exercise in the sector in a medium or long term, in order to demonstrate the problems of water resource management and its influence on the environmental, social sectors and economic of the productive sector (poultry) with a focus on the situation of the national territory.

The stages to be carried out are executed in a chain of steps that begin with the definition of what the water footprint is and its types after the investigation of various texts, continuing with the characterization of the poultry production from its beginnings to the entrance to the Colombian territory and it's adaptation, as well as the identification of the methodologies of measuring the water footprint that allow obtaining basic data from the analysis in the search for information gaps in the national territory on the measurement of this type of indicators, the subsequent analysis of the data compiled by type of footprint and finally the presentation of the results obtained from the studies that were carried out in other countries that despite the dissimilar context allowed to generate bases to measure variations in water resources and the possible consequences of not having a management and proper planning.

With this, the results were consolidated that allowed to establish that the measurements of the water footprint in Colombia are carried out by the authorities in a general way, without



evidencing information on the results of the measurement by production sectors, due to the absence of this type of evaluation at the national level, preventing the establishment of management bases on water resources used for domestic, industrial and daily agricultural processes in the development of the Colombian economy.

**Keywords:** *Water footprint, poultry sector, green footprint, blue footprint, gray footprint.*

# Contenido

<b>Planteamiento del problema.....</b>	<b>27</b>
1.1      Objetivos.....	28
General.....	28
Específicos.....	28
1.2      Justificación .....	28
<b>Generalidades .....</b>	<b>31</b>
2.1      Disponibilidad de Agua.....	31
2.1.1    Demanda de agua en Colombia.....	34
2.2      Producción avícola en el mundo .....	35
2.3      El sector avícola en Colombia.....	36
2.4      Contexto normativo del recurso hídrico .....	41
<b>Huella hídrica en el sector avícola.....</b>	<b>43</b>
3.1      Caracterización del sector avícola .....	43
3.1.1.    Sistemas de producción Avícola .....	44
3.1.2.    Fases de la producción avícola.....	45
3.1.2.1.  Incubación y recepción de aves.....	46
3.1.2.2.  Cría y levante de aves.....	47
3.1.2.3.  Proceso de engorde .....	47
3.1.2.4.  Producción de huevo.....	48
3.1.2.5.  Etapa de reemplazo .....	49
3.1.3.    Suministro de agua en la cadena de producción.....	50
3.2      Clasificación de la Huella Hídrica y su cálculo .....	55
3.2.1.    Huella Hídrica y consumidores .....	56
3.3      Mediciones de huella hídrica a nivel mundial .....	59
<b>Información requerida para la determinación de la huella hídrica en Colombia.....</b>	<b>67</b>

<b>Conclusiones y recomendaciones .....</b>	<b>71</b>
5.1. Conclusiones .....	71
5.2. Recomendaciones.....	72
<b>Bibliografía .....</b>	<b>75</b>
Anexo A. Mapa 1. Distribución de aves en Colombia 2018.....	81
Anexo B. Mapa .....	82
Anexo C. Mapa 3. Distribución espacial de la huella hídrica azul anual del sector pecuario en Colombia.....	83
Anexo D. Mapa 4. Distribución espacial de la huella hídrica verde anual del sector agropecuario en Colombia.....	844

## Lista de figuras

Figura 1. Distribución del agua en el Planeta .....	31
Figura 2. Distribución de las vertientes colombianas.....	33
Figura 3. Porcentaje de demanda de recurso hídrico.....	35
Figura 4. Distribución población avícola en Colombia .....	37
Figura 5. Comparación Porcentaje Producción de Huevo años 2014 a 2017 .....	39
Figura 6. Comparación producción Mensual de Pollo años 2014 a 2017 .....	40
Figura 7. Ciclo producción avícola, gallinas ponedoras.....	45
Figura 8. Ciclo producción avícola, aves de engorde .....	46
Figura 9. Porcentaje de producción esperado por edad en semanas.....	49
Figura 10. Consumo de agua en planta de procesamiento – Estudio de caso.....	53
Figura 11. Porcentaje consumo agua en planta de procesamiento avícola .....	54
Figura 12. Representación de los componentes de la Huella Hídrica .....	56
Figura 13. Relación de Huella Hídrica Directa e Indirecta en la cadena de suministro ....	57
Figura 14. Componentes para la medición de Huella Hídrica en la producción animal ...	60
Figura 15. Huella Hídrica Verde – Producción carne de pollo en Brasil, China, India, USA, Países Bajos.....	61
Figura 16. Huella Hídrica Azul – Producción carne de pollo en Brasil, China, India, USA, Países Bajos.....	62
Figura 17. Huella Hídrica Gris – Producción carne de pollo en Brasil, China, India, USA, Países Bajos.....	62
Figura 18. Huella Hídrica Verde – Producción de Huevo en China, India, USA, Países Bajos.....	63
Figura 19. Huella Hídrica Azul – Producción de Huevo en China, India, USA, Países Bajos.....	64
Figura 20. Huella Hídrica Gris – Producción de Huevo en China, India, USA, Países Bajos.....	64

## Lista de tablas

Tabla 1. Vertientes hidrográficas y sus corrientes .....	32
Tabla 2. Disponibilidad de agua por vertiente hidrográfica.....	34
Tabla 3. Producción de huevo en millones de unidades .....	38
Tabla 4. Producción mensual de pollo en Tn (2014 a 2017) .....	39
Tabla 5 Escenarios de Producción Avícola.....	43
Tabla 6 Sistema de bebedero .....	48
Tabla 7. Consumo de agua producción - Ponedoras .....	50
Tabla 8. Consumo de agua producción - Pollos de engorde.....	50
Tabla 9 Mínimos de agua para producciones en condiciones de calor seco.....	51
Tabla 10. Concentraciones máximas en el suministro de agua .....	51
Tabla 11. Condiciones de descarga de agua para reúso .....	55
Tabla 12. Huella Hídrica Azul sector pecuario .....	68
Tabla 13. Huella Hídrica Verde sector pecuario – Caribe .....	69
Tabla 14. Huella Hídrica Verde sector pecuario – Magdalena .....	69
Tabla 15. Huella Hídrica Verde sector pecuario – Orinoco .....	69
Tabla 16. Huella Hídrica Verde sector pecuario – Amazonas.....	69
Tabla 17. Huella Hídrica Verde sector pecuario – Pacífico .....	70

## **Lista de anexos**

Anexo A. Mapa 1. Distribución de aves en Colombia 2018.....	81
Anexo B. Mapa 2. Distribución predios avícolas en Colombia. ....	82
Anexo C. Mapa 3. Distribución espacial de la huella hídrica azul anual del sector pecuario en Colombia.....	83
Anexo D. Mapa 4. Distribución espacial de la huella hídrica verde anual del sector agropecuario en Colombia.....	84

# Lista de símbolos y abreviaturas

## Subíndices

Subíndice	Término
<i>dom</i>	Doméstico

## Abreviaturas

Abreviatura	Término
<i>HH</i>	Huella Hídrica
<i>HHV</i>	Huella Hídrica Verde
<i>HHA</i>	Huella Hídrica Azul
<i>HHG</i>	Huella Hídrica Gris
<i>HHI</i>	Huella Hídrica Indirecta
<i>HHD</i>	Huella Hídrica Directa
<i>AP</i>	Agua de Proceso
<i>AL</i>	Agua de Limpieza
<i>Tn</i>	Tonelada
<i>IWFP</i>	Internal Water Footprint (Huella Hídrica Interna)
<i>AWU</i>	Agricultural Water Use (Uso agrícola del agua)
<i>IWW</i>	Industrial Water Withdrawals (Extracción de agua industrial)
<i>DWW</i>	Domestic Water Withdrawals (Extracción de agua doméstica)

# Introducción

La disposición del recurso hídrico dulce a nivel mundial (2.5%) viene disminuyendo, es decir, que de cada cinco personas que habitan el planeta una no tiene acceso al agua dulce que le permita desarrollar sus actividades diarias y una de cada tres personas no tiene a su disposición recursos hídricos ni de medios de saneamiento adecuados (BBC MUNDO, s.f.).

Un 20% de agua dulce disponible para uso se encuentra almacenada en acuíferos de difícil acceso, es decir, aquellos que se ubican a grandes profundidades y de los cuales tan solo el 1% es superficial y de fácil acceso, lo que se convierte en el 0.0025% de agua disponible para consumo humano diario. Teniendo en cuenta los hechos manifestados por la Organización de las Naciones Unidas, el rápido crecimiento demográfico durante los últimos 50 años ha conllevado a la triplicación de las extracciones hídricas (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura - UNESCO, 2017) debido al crecimiento de economías cuya base son las actividades agropecuarias.

Con lo anterior, se establece que para el año 2030 cerca del 47% de la población cuya ubicación se da en países en vía de desarrollo sin avances en materia de acceso equitativo al agua o a sistemas de saneamiento adecuados, habitarán en zonas con estrés hídrico que se deriva en la inaccesibilidad al recurso para desarrollo de sus actividades económicas, sociales, entre otras; ya que prácticamente todas las actividades efectuadas por los seres humanos generan contaminación a los recursos naturales.

Dando una vista de manera global, las necesidades de acceso al agua se prevén en la producción de alimentos incrementando así mismo, la generación de efluentes de aguas residuales que son descargadas en su mayoría sin ningún tipo de tratamiento a los cuerpos hídricos como son ríos, lagos, lagunas, quebradas y otras zonas como las costeras lo que acrecienta los problemas de gestión de los recursos por parte de las entidades encargadas y de la falta de conciencia y responsabilidad ambiental por parte de los habitantes no solo



del Territorio Nacional sino del planeta debido al uso directo e indirecto en la cadena de producción de bienes, productos y servicios.

Es por lo anterior, que la medición de la Huella Hídrica se consolida como un indicador que permite identificar las relaciones de causa y efecto de la interacción social y ambiental, siendo el desarrollo económico y social los factores incidentes de presión sobre los recursos naturales disponibles para consumo diario. Con el cálculo de este indicador se pretende la apropiación de resultados que generen cambios en la toma de decisiones frente a la gestión de los recursos hídricos y una transformación completa hacia las buenas prácticas en relación con el agua, especialmente en el desarrollo de las actividades pecuarias del Territorio Nacional.

En el documento desarrollado, se exponen en el primer capítulo, los resultados obtenidos de la revisión bibliográfica exhaustiva de los conceptos de huella hídrica, su clasificación y la caracterización del sector avícola. Sobre el segundo capítulo se consolida la problemática identificada para el desarrollo del texto, los objetivos del trabajo, así como, la metodología empleada para el cálculo de la huella a nivel internacional y su aplicación en el sector avícola en el Territorio Nacional.

En el capítulo 3 se abarcan los conceptos de identificación de la carencia de información para la determinación de la huella hídrica en el sector avícola del territorio y por último se dan a conocer las conclusiones obtenidas del proceso investigativo y las recomendaciones que permita el establecimiento de una correcta gestión del recurso hídrico por los entes de control y se propenda al cuidado de la preservación, conservación y gobernanza de los cuerpos hídricos presentes.

## Planteamiento del problema

Colombia hace uso de los recursos hídricos ubicados en una superficie territorial de 1.141.748 Km<sup>2</sup> posicionándose como el tercer país más grande de América Latina y el séptimo con mayor disponibilidad de recursos hídricos, la oferta del país se encuentra sobre los 56 L/s – Km<sup>2</sup> superando el promedio latinoamericano que se encuentra sobre los 21 L/s – Km<sup>2</sup> y a nivel mundial (10 L/s – Km<sup>2</sup>) (Sistema de Información Ambiental de Colombia - SIAC, s.f.). Sin embargo, dicha oferta está asociada al régimen hidrológico del territorio, es decir a las variaciones del estado y las características de una masa de agua con repeticiones regulares en tiempo y espacio (Organización Meteorológica Mundial , 2012).

El sector avícola del territorio nacional depende en un orden superior al 90% de productos importados para que su producción sea garantizada, lo que se traduce en 6.395.533 Toneladas distribuidas entre Frijol soya, maíz amarillo, sorgo y torta de soya ( Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura - FAO , 2013). El sector ha tenido una participación en aumento desde los años 2000 lo que posiciona la participación del sector con el 12% dentro de los indicadores del PIB del sector agropecuario y en un 30% de participación en el PIB pecuario (Federación Nacional de Avicultores de Colombia – FENAVI, s.f.). Para producir un (1) huevo en el país, se requiere de 135 Litros de agua en promedio (Natura MedioAmbiental, s.f.) y de 4.325 Litros de agua para producir 1 Kg de carne de pollo (Mekonnen & Hoekstra, 2010).

Debido a las actividades antropogénicas por incremento en las condiciones demográficas y económicas del planeta tierra, se vienen incrementando desde las últimas décadas las emisiones de gases de efecto invernadero que han impactado negativamente en la sensibilidad de los sistemas humanos y naturales (Grupo Intergubernamental de Expertos Sobre el Cambio Climático - IPCC, 2015), teniendo como consecuencias el calentamiento de la atmósfera y los océanos, así como su acidificación haciendo que los volúmenes de hielo y nieve disponibles como reserva de agua dulce disminuyan de manera drástica.

Por todo lo anterior, es que las metodologías de medición de huella hídrica cobran importancia, ya que son estas las que permiten cuantificar los consumos de agua como insumo del diagnóstico de las diversas problemáticas que impactan los ecosistemas de producción, lo que a la fecha no se evidencia en el territorio colombiano para los sistemas de producción avícola de manera específica.

De momento, son conocidos diversos estudios sobre la evaluación de huella hídrica en sectores agrícolas en el territorio nacional; sin embargo, como se mencionó previamente no se conocen resultados de estudios ejecutados sobre evaluación de la huella hídrica del sector avícola en el país, por lo que la necesidad de generar bases teóricas es imperante a fin de detectar problemáticas y necesidades de actualización para que este tipo de metodologías puedan ser aplicadas en el contexto del territorio colombiano.

## 1.1 Objetivos

### General

- Realizar un estudio integral de literatura como base de generación del estado del arte sobre la huella hídrica en el sector avícola a nivel mundial y los procesos en el territorio nacional.

### Específicos

- Caracterizar la producción avícola enfocada en el proceso colombiano.
- Evaluar las huellas hídricas avícolas reportadas desde el 2013 a nivel mundial.
- Identificar necesidades de información para determinar la huella hídrica del sector avícola en Colombia.

## 1.2 Justificación

Los responsables de la toma de decisiones sobre gestión de los recursos requieren de la información de diversos indicadores ambientales que tengan como característica la potencialidad de convertirse en herramientas que arrojen resultados con diagnósticos sobre el estado de los recursos que hacen parte del desarrollo de la vida diaria de una sociedad, una de estas herramientas es la medición de la huella hídrica, la cual está definida como el indicador que permite establecer el uso y consumo directo e indirecto, así

como, la evaporación de agua dulce dentro de un periodo de tiempo para producción de un bien o servicio (Acímate Colombia, 2017) de consumo diario y su posterior contaminación por desechos generados en el proceso, permitiendo identificar los volúmenes totales utilizados en dichas actividades, ya sean de carácter doméstico, agrícola y/o pecuarias.

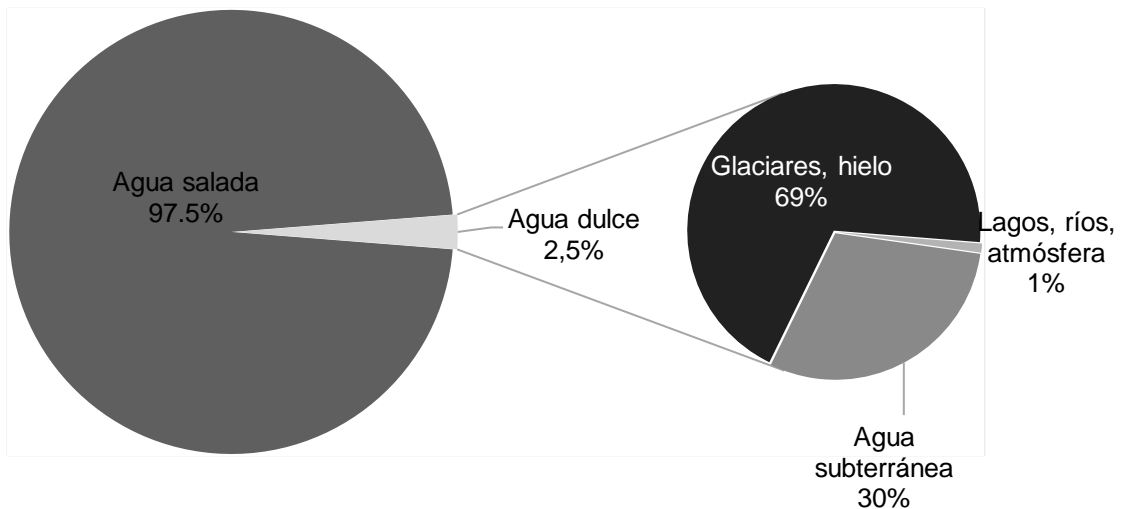
Por lo que, dado el incremento de la tasa poblacional del país, establecida en representación del 1.10% de incremento anual para el periodo comprendido entre 2005 – 2020 se proyectó que a 2015 el país contaría con una cifra de 48.202.617 habitantes (Departamento Administrativo Nacional de Estadística, 2005), lo que conllevó al incremento substancial de producción de carne de pollo y huevos para el año subsiguiente (2016) por consumo per cápita de dicha proteína, lo que se tradujo en 31,5 Kg de consumo anual por persona en promedio de carne de pollo y 272 unidades de huevo al año por persona (Revista Dinero, 2017). Con ello, se estima también que la huella hídrica dejada por el sector de producción incrementara dejando como resultado una crisis de recurso hídrico en el territorio nacional.

Es, por ello, que se espera que la información recolectada de la investigación integral de la literatura sobre los indicadores de huella hídrica permita identificar las metodologías de medición que provean criterios de gran valor para definición de acciones de apoyo que impacten positivamente en la sensibilidad de los sistemas humanos y naturales y a la vez en la formulación de procesos de gestión del recurso hídrico que se traduzca en beneficios en aspectos ambientales, sociales y económicos.

# Generalidades

## 2.1 Disponibilidad de Agua

La disponibilidad del recurso hídrico en el mundo se estima en 1.386 millones de km<sup>3</sup> que corresponden al 75% de la superficie del Planeta, de estos km<sup>3</sup> tan solo 35 millones de km<sup>3</sup> corresponden a agua dulce apta para consumo humano al estar almacenada en lagos, ríos, depósitos subterráneos de poca profundidad y humedad del suelo, esta última extraída para utilizarse en sectores económicos como el sector agropecuario, industrial y doméstico, la cual aunque puede ser utilizada para consumo, no es asequible por la población más vulnerable, de igual forma que el agua almacenada en glaciares, nieve o hielo, los cuales son representados por el 2.5% del agua existente en la superficie terrestre (Conagua, 2011); el agua salada almacenada en mares y océanos se estima en el restante 97.5% del agua existente, como se muestra en la Figura 1.



**Figura 1.** Distribución del agua en el Planeta  
**Adaptada de:** (Conagua, 2011)

Del 2.5% de agua dulce presente en el mundo, se estima que el agua almacenada en los ríos, lagos, humedales, flora, humedad del suelo y atmósfera es inferior al 1%, el agua que se almacena en los depósitos subterráneos corresponde al 30% y el porcentaje restante se encuentra en los glaciares y capas polares (Conagua, 2011).

Dada la ubicación geográfica del territorio nacional, Colombia cuenta con una precipitación de 3.000 mm anuales que cubren el 88% del territorio y estos a su vez representan en promedio el 3% del volumen de precipitación anual y 12% de la precipitación del continente sudamericano, así como un caudal de 58 l/s/km<sup>2</sup>, mayor a la media mundial ubicada en los 21 l/s/km<sup>2</sup> (Ojeda & Arias, 2000).

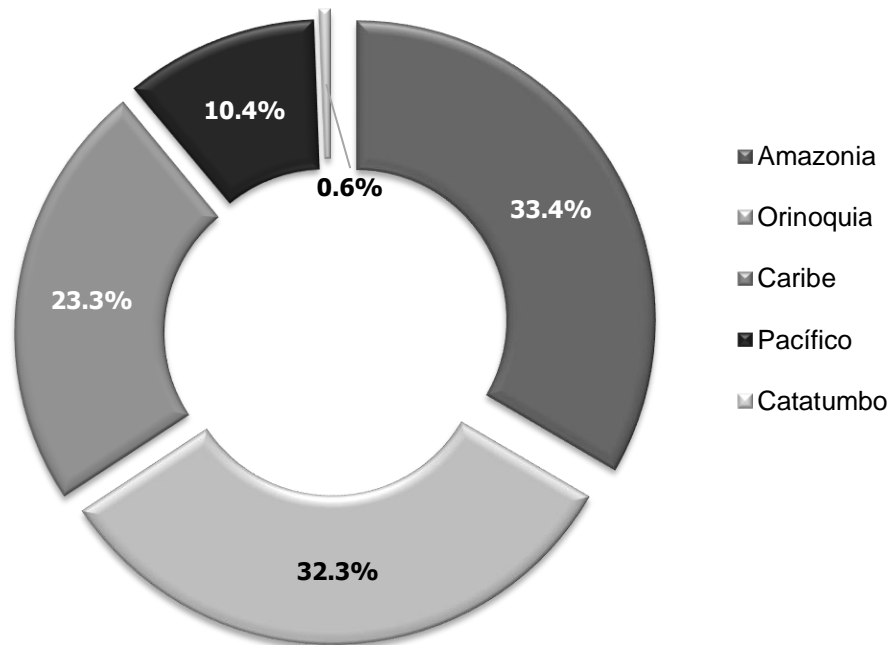
Las aguas provenientes de escorrentía en el territorio colombiano se dividen en cinco vertientes y estas a su vez en corrientes que desembocan en los mares, océanos y otras vertientes, como se puede observar en la tabla 1.

**Tabla 1. Vertientes hidrográficas y sus corrientes**

<b>VERTIENTE</b>	<b>CORRIENTES</b>	<b>CAUDAL MEDIO (m<sup>3</sup>/seg)</b>
<b>Caribe (Río Magdalena)</b>	Río Cauca - Río César - Río San Jorge - Río Carare - Río Sogamoso - Río Lebrija - Río Saldaña - Río Bogotá - Río Negro - Río Sumapaz - Río Guarinó - Río Lagunilla - Río La Miel - Río Malena - Río Nus.	15.430
<b>Pacífico</b>	Río San Juan - Río Patía - Río Baudó - Río Mira - Río Micay - Río Dagua - Río Anchicayá - Río Guapí - Río Iscuandé - Río Mataje.	6.903
<b>Amazónica</b>	Río Putumayo - Río Caquetá - Río Vaupés - Río Guainía (Río Negro) - Río Apaporis - Río Caguán - Río Orteguzza - Río Yará - Río Igará - Río Paraná - Río Cahuinar.	22.185
<b>Orinoco</b>	Río Arauca - Río Meta - Río Vichada - Río Guaviare - Río Inírida - Río Guayabero - Río Arari - Río Casanare - Río Tomo - Río Cusiana - Río Tuparro - Río Guarrojo.	21.399
<b>Catatumbo</b>	Río Catatumbo - Río Zulia - Río Sardinata - Río Táchira - Río Tarra - Río Cucutilla - Río San Miguel - Río presidente - Río Guarumito - Río de Oro.	427

Adaptada de: (Global Water Partnership, s.f.)

El volumen de precipitación de estas vertientes genera un caudal promedio de  $66.440\text{m}^3/\text{seg}$  (Global Water Partnership, s.f.), que al año suman  $2.113\text{ km}^3$ , los cuales fluyen en mayor cantidad por la vertiente Amazónica, representado en el 33.4%, seguido del 32.3% de la vertiente Orinoco y en menor cantidad  $427\text{ m}^2/\text{seg}$  por la vertiente Catatumbo al estar representado por el 0.6%, como se observa en la figura 2.



**Figura 2.** Distribución de las vertientes colombianas  
**Adaptada de:** (Global Water Partnership, s.f.)

La escorrentía superficial que fluye a través de las cinco (5) vertientes hidrográficas se calcula en el 61% (Ojeda & Arias, 2000) presentando rendimientos hídricos que le permiten a la población cubrir las actividades domésticas, agrícolas, pecuarias y otras de desarrollo económico; como se presenta en la Tabla 2, la vertiente con mayor rendimiento es la del Pacifico con  $100\text{ l/s/km}^2$ , seguida de la vertiente de la Orinoquia que alcanza un rendimiento hasta del  $70\text{ l/s/km}^2$ , así mismo, se observa que las de menor rendimiento son las vertientes del Catatumbo y el Caribe con rendimientos de  $27\text{ l/s/km}^2$  respectivamente.

Tabla 2. Disponibilidad de agua por vertiente hidrográfica

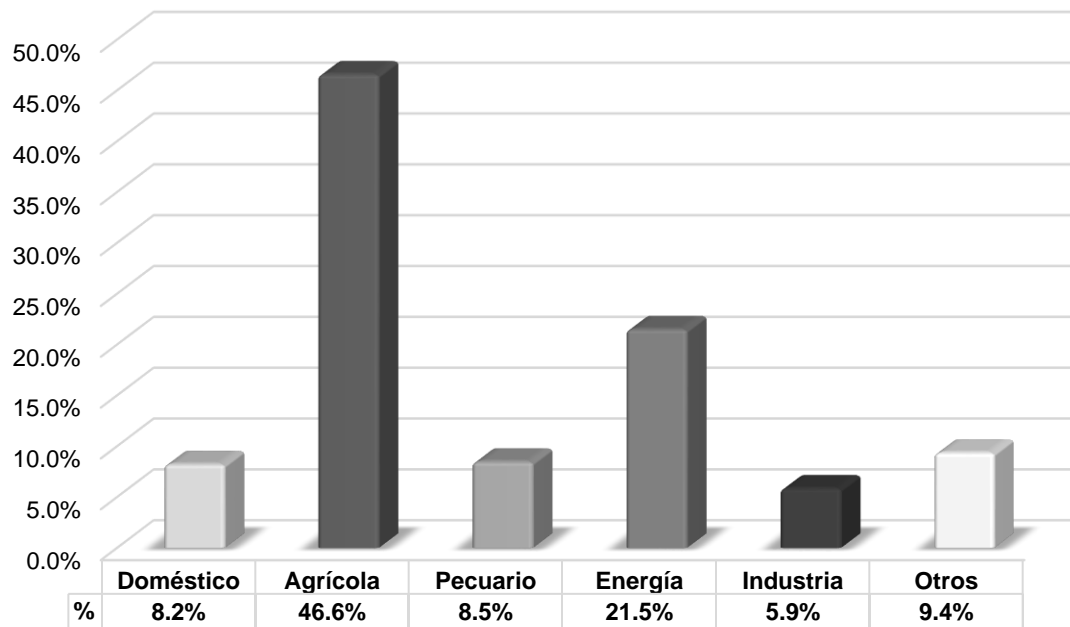
Vertiente Hidrográfica	Escorrentía Superficial (m <sup>3</sup> /s)	Rendimiento Hídrico (l/s/km <sup>2</sup> )
Vertiente del Amazonas	22.185	65
Vertiente del Catatumbo	427	27
Vertiente del Pacífico	6.903	100
Vertiente del Caribe	15.430	27
Vertiente de la Orinoquía	21.399	2 – 70

Adaptada de: (Ojeda & Arias, 2000)

### 2.1.1 Demanda de agua en Colombia

La demanda de agua es estimada por cantidad utilizada en los diversos sectores económicos como materia prima e insumo, así como la extracción o almacenamiento del recurso y que retorna a los sistemas hídricos; para el año 2012 la demanda de este recurso en el territorio nacional alcanzó los 35.987,1 millones de m<sup>3</sup> (Sistema de Información Ambiental de Colombia, 2012) de los cuales un 46.6% fue utilizado por el sector agrícola, es decir, 16.760,3 millones de m<sup>3</sup>, seguido por el sector energético el cual hizo uso de 7.738,6 millones de m<sup>3</sup> de agua, lo que representa el 21.5% del total demandado y en último lugar el sector industrial con un porcentaje del 5.9% que equivale a 2.106,0 millones de m<sup>3</sup>, como se observa en la figura 3.





**Figura 3.** Porcentaje de demanda de recurso hídrico

**Adaptada de:** (IDEAM -Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2015)

## 2.2 Producción avícola en el mundo

A pesar de las múltiples teorías sobre el nacimiento de la avicultura en el mundo que indican que “*Inició en el país indio o que estas aves fueron ingresadas por el sur de Asia*” (Rivera O. , 2017), se coincide con que esta actividad nace de la domesticación de diversas especies salvajes desde hace más de 8.000 años para consumo doméstico y que ha sido posiblemente la especie *Gallus Gallus* la que se quedó en los sistemas de producción y explotación de aves de corral para producciones a gran escala.

Dada la evolución en técnicas de explotación se ha venido consolidando lo que hoy se conoce como el sector productivo avícola el cual se compone de tres (3) grupos principales a saber:

- **Gallinas ponedoras:** Estas aves son criadas para producción de huevos y se considera que tienen una utilidad de postura promedio de 12 a 18 meses.
- **Pollos de engorde:** Estos nacen como actividad en los años veinte y treinta (1920 – 1930) en los cuales se inició la producción de estas aves en la península de Delmarva, Arkansas y Nueva Inglaterra debido a las condiciones climáticas

favorables de las regiones en expansión geográfica y el acceso a recursos primarios imprescindibles en la alimentación de estas aves de corral. Sin embargo, no fue sino hasta los años cuarenta y sesentas (1940 – 1960) en los que se inició la producción masiva de pollos de engorde y criaderos que permitían la adquisición de animales vivos.

- **Aves de doble aprovechamiento:** Son aquellas destinadas a la postura de huevos y posterior engorde para venta de carne, en promedio se encuentran en producción por 15 semanas previo a su comercialización para consumo.

Se estima que en promedio un ave consume entre 8.3 Litros en sus primeros días de vida e incrementa en promedio 3.11 Litros a diario a lo largo de su período de producción dado que este elemento vital constituye entre el 65% y 78% de su masa corporal (North & Bell, 1998).

## 2.3 El sector avícola en Colombia

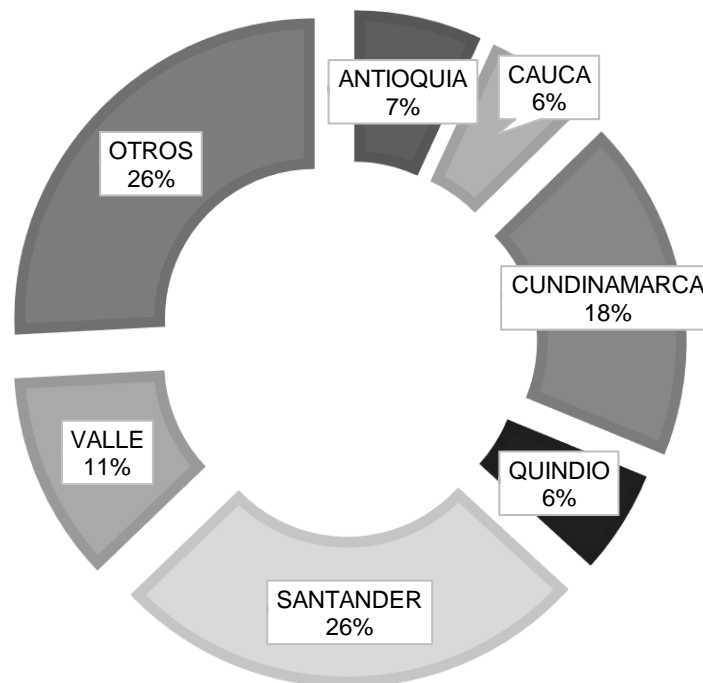
El inicio del sector avícola en el territorio colombiano data de 1940, fecha en la que se dio inicio a la industrialización de granjas de cría de pollos, huevos y otros derivados (Rivera, Malaver, & Peña, 2011), en medio del crecimiento de la producción y comercialización de los productos, se dio en el año 1960 la muerte de doce millones de aves debido a la epidemia de Newcastle, altamente contagiosa que permitió la identificación de la necesidad de creación de una entidad que representara estos productores en el país. Debido a esto, en el año 1983 se creó la Federación Nacional de Avicultores de Colombia. El comienzo del fomento de la actividad de Industria y Comercio se dio sobre el año 1926, con la Ley de fomento de la agricultura que permitió el establecimiento y regionalización de granjas experimentales por lo que en el año 1931 con la creación de la caja Agraria como un reactivador de economía (Aguilera, 2014) se financiaron los nuevos inicios de las granjas avícolas de carácter comercial en la Sabana de Bogotá favoreciendo la disminución de costos y aumento de competitividad de la actividad.

Hacia los años 50's, exactamente sobre 1950 como derivado de la difusión de los conocimientos sobre producción avícola por el libro *Avicultura Tropical*, rural, industrial y científica (Aguilera, 2014), se logró el crecimiento de la tecnificación del sector y la administración de la producción en términos de rentabilidad, en las que los sistemas de pastoreo y semiconfinamiento que se tenían en la época pasaron al confinamiento pleno

en galpones, se introdujeron razas mejoradas y alimentos especiales que mejoraban el desarrollo y producción del sector mediante el suministro en cada etapa de la producción.

El consumo de productos como carne, huevos y otros derivados del pollo han venido presentando importantes porcentajes de crecimiento en Colombia durante los últimos años según los reportes de producción derivado del consumo y requerimiento de la población de dichos productos.

Teniendo en cuenta la información recolectada en el censo aviar realizado por el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), el territorio colombiano a la vigencia 2018 albergaba una población total de 173.488.436 aves que ocupaban 140.399 predios en los principales departamentos de producción. Dicha población, se concentró principalmente en departamentos como Santander, Cundinamarca, Valle del Cauca, Antioquia, Quindío y Cauca (como se puede observar en la figura 4) como los principales productores reúnen el 74% de producción al obedecer a factores como ubicación, clima, manejo, tecnologías de explotación, movilización y detección de problemas sanitarios; el 26% restante de la población aviar se concentra en otros departamentos como amazonias, Arauca, Atlántico, Casanare, Choco, Huila, etc.



**Figura 4. Distribución población avícola en Colombia**  
Adaptado de: (Instituto Colombiano Agropecuario, 2018)

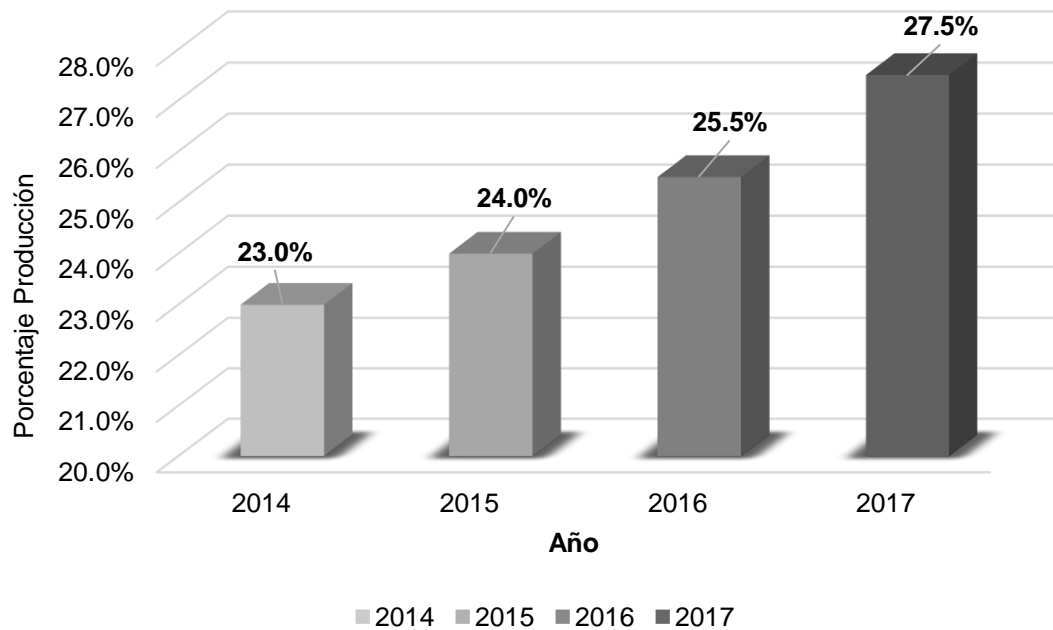
Según la información reportada por FENAVI, en promedio los procesos de engorde del pollo están entre los 42 y 50 días y una gallina ponedora produce en promedio 343 huevos en 82 semanas. En la Tabla 3 se presentan los registros de producción de huevo en millones de unidades para los meses de enero a diciembre de los años 2014 a 2017:

**Tabla 3. Producción de huevo en millones de unidades**

Mes	Año			
	2014	2015	2016	2017
Enero	952.134.101	962.803.505	1.057.370.365	1.085.067.944
Febrero	955.873.383	972.602.974	1.055.828.989	1.087.178.327
Marzo	962.016.297	978.601.752	1.059.658.109	1.098.253.581
Abril	961.241.675	980.241.029	1.064.992.742	1.116.726.259
Mayo	961.913.751	986.077.431	1.062.759.919	1.136.115.846
Junio	967.277.801	990.153.204	1.060.856.567	1.146.423.022
Julio	967.901.999	997.965.821	1.065.031.739	1.155.245.241
Agosto	969.029.746	1.010.199.010	1.073.742.724	1.175.241.027
Septiembre	961.396.298	1.022.550.739	1.075.315.805	1.193.058.625
Octubre	956.683.296	1.029.199.789	1.078.225.539	1.207.696.216
Noviembre	956.408.877	1.040.118.524	1.082.008.899	1.211.235.866
Diciembre	957.372.693	1.058.614.465	1.081.553.797	1.215.694.065
<b>Total</b>	<b>11.529.249.917</b>	<b>12.029.128.243</b>	<b>12.817.345.194</b>	<b>13.827.936.019</b>

**Adaptada de:** (Federación Nacional de Avicultores de Colombia - Fondo Nacional Avícola , s.f.)

Así mismo, en la figura 5 se presenta el comparativo de producción de huevo en porcentaje de los años 2014 a 2017:



**Figura 5.** Comparación Porcentaje Producción de Huevo años 2014 a 2017

**Adaptada de:** (Federación Nacional de Avicultores de Colombia - Fondo Nacional Avícola , s.f.)

La información comparada muestra que el año con mayor producción de huevo es el 2017, al presentar un aumento en el 2% sobre las unidades producidas en el año inmediatamente anterior que corresponden a 1.010.590.825 unidades de huevo y en 4.5% de las unidades producidas en el año 2014, que corresponde a 2.298.686.102 unidades de huevo.

Por otro lado, respecto a la producción de pollo, se presentan en la Tabla 4 los registros de producción mensual de pollo de los años 2014 a 2017:

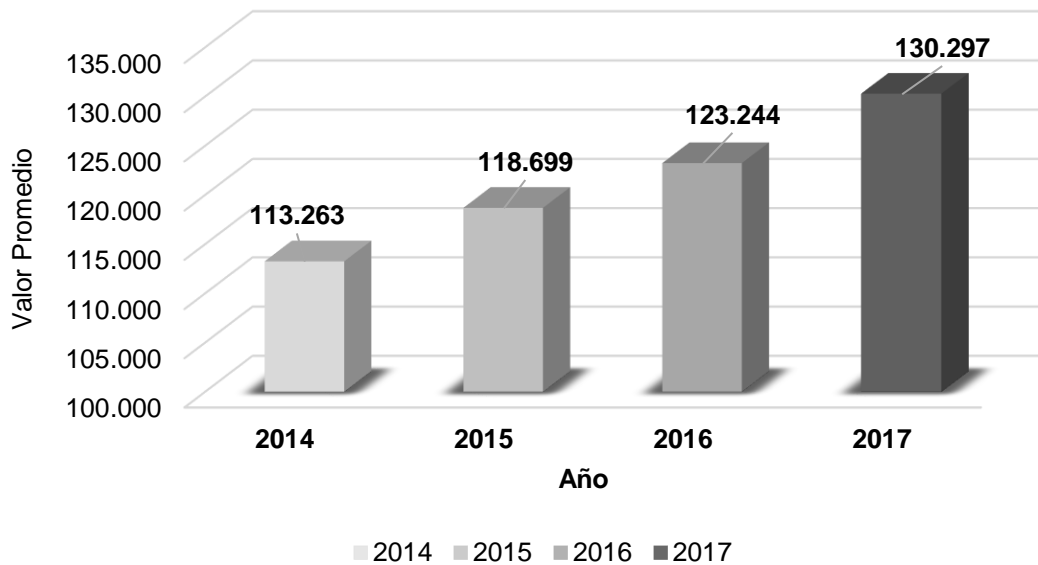
**Tabla 4. Producción mensual de pollo en Tn (2014 a 2017)**

Mes	Año			
	2014	2015	2016	2017
<b>Enero</b>	106.197	115.793	124.207	131,66
<b>Febrero</b>	110.134	118.873	120.032	130.485
<b>Marzo</b>	103.197	113.714	117.025	121.953
<b>Abril</b>	105.954	119.044	121,57	123.963
<b>Mayo</b>	109.403	120.467	119,59	122.846
<b>Junio</b>	112.678	113.405	120.656	126.746
<b>Julio</b>	111.062	113,3	119.708	130.163
<b>Agosto</b>	116.671	118.715	118,1	128.388
<b>Septiembre</b>	116.617	119.359	126,96	136,74

<b>Octubre</b>	121.499	119.806	130.587	134.601
<b>Noviembre</b>	126.515	125,71	129.761	138.999
<b>Diciembre</b>	119,23	126.202	130.728	137.025

**Adaptada de:** (Federación Nacional de Avicultores de Colombia - Fondo Nacional Avícola , s.f.)

La producción en toneladas de pollo registró un promedio de 113.263 Toneladas por mes para el año 2014, 118.699 Tn para el año 2015, 123.244 Tn por mes para el año 2016 y 130.297 toneladas por mes para el año 2017, lo que corresponde a un aumento en promedio de 7.054 Toneladas entre los años 2016 y 2017, como se puede observar en la figura 6:



**Figura 6.** Comparación producción Mensual de Pollo años 2014 a 2017

**Adaptada de:** (Federación Nacional de Avicultores de Colombia - Fondo Nacional Avícola , s.f.)

A lo largo de las vigencias analizadas (2014 a 2017) se presentó que los meses de enero y febrero registraron una producción promedio de 119.673 Toneladas de carne de pollo; en marzo se presentó una disminución sobre la producción y retomó sus cifras de producción de manera paulatina en los meses subsiguientes logrando el pico de producción más alto en noviembre al alcanzar una producción promedio de 130.246 Tn, así como un leve descenso en diciembre al obtener una producción promedio de 128.296 Tn.

De lo anterior, se concluyó que en el año 2017 se efectuó un consumo per cápita de 279 huevos y 32.8 Kg de carne de pollo, producidos en 571.000 Unidades productivas que utilizaron 6 millones de Toneladas de granos conllevando a un crecimiento del 6.4% de la

producción del sector, generando 400.000 empleos directos (Federación Nacional de Avicultores de Colombia , 2017).

## 2.4 Contexto normativo del recurso hídrico

Dado que, en Colombia no se encuentra contemplado el concepto de “Huella Hídrica” dentro de la normatividad (Leyes, Decretos, Políticas, entre otros), se presenta a modo general el contexto normativo vigente para el cuidado, preservación y conservación del recurso hídrico en el territorio nacional, así como de la normatividad que rige el sector de producción avícola:

<b>Norma</b>	<b>Año</b>	<b>Artículo</b>	<b>Concepto</b>
Constitución Política de Colombia	1991	Capítulo III	De los derechos colectivos y del ambiente.
Ley 9	1979	N/A	Medidas sanitarias y de control sanitario del uso del agua.
Ley 99	1993	Título I Numeral 5 Título I Numeral 8 Título I Numeral 11	De la utilización de los recursos hídricos, el consumo humano tendrá prioridad sobre cualquier otro uso.
Ley 373	1997	N/A	Por la cual se establece el programa para el uso eficiente y ahorro del agua.
Ley 117	1994	N/A	Por la cual se crea la cuota de fomento avícola y se dictan normas sobre su recaudo y administración.
Ley 1255	2008	N/A	Por la cual se declara de interés social nacional y como prioridad sanitaria la creación de un programa que preserve el estado sanitario de país libre de Influenza Aviar, así como el control y erradicación de la enfermedad del Newcastle en el territorio nacional y se dictan otras medidas encaminadas a fortalecer el desarrollo del sector avícola nacional.
Decreto 1729	2002	Total	"Por el cual se reglamenta la Parte XIII, Título 2, Capítulo III del Decreto-ley 2811 de 1974 sobre cuencas hidrográficas, parcialmente el numeral 12 del Artículo 5° de la Ley 99 de 1993 y se dictan otras disposiciones"

---

<b>Norma</b>	<b>Año</b>	<b>Artículo</b>	<b>Concepto</b>
Decreto 2811	1974	N/A	Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente.
Decreto 3930	2010	N/A	De los usos del agua y los residuos líquidos.
Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico	2010	N/A	Establece los objetivos, estrategias, metas, indicadores y líneas de acción estratégica para el manejo del recurso hídrico en el país, en un horizonte de 12 años.
Documento CONPES 3177	2002	N/A	Acciones prioritarias y lineamientos para la formulación del plan nacional de manejo de aguas residuales.
Documento CONPES 3468	207	N/A	Política nacional de sanidad e inocuidad para la cadena avícola.



# Huella hídrica en el sector avícola

## 3.1 Caracterización del sector avícola

El sector avícola a nivel mundial se desarrolla en múltiples sistemas de producción que abarcan desde los sistemas tradicionales o rudimentarios, de corral hasta sistematizados y con controles ambientales. Como lo menciona la Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO por sus siglas en inglés), en países en vía de desarrollo las aves son mantenidas en refugios o corrales simples con insumos alimenticios (sobras del hogar y granos), manejo y condiciones ambientales limitadas (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2019) que hacen que los productos finales tengan costos elevados con baja calidad, así mismo, los países desarrollados o con mejores condiciones y tecnologías de producción cuentan con productos de alta calidad y precios razonables debido a la posibilidad de explotar grandes producciones.

En relación con los factores de crecimiento, requerimiento de espacio y el tipo de alimento que debe ser suministrado, la operación de la producción avícola se puede categorizar en etapas, teniendo en cuenta la guía de producción avícola para operación de 500 capas (Duguies, Artero, & Barcinas, 2016), como se presenta en la Tabla 5.

**Tabla 5 Escenarios de Producción Avícola**

<b>Escenario</b>	<b>Edad</b>
Brooding (Crianza)	1 a 6 semanas
Growing (Crecimiento)	6 a 12 semanas
Pullet	12 a 20 semanas
Laying (Colocación)	20 a 120 semanas
Replacement process (Proceso de reemplazo)	Semana 80

**Adaptada de:** (Duguies, Artero, & Barcinas, 2016)

Se estima que la etapa de crianza abarca en promedio de 1 a 6 semanas, después de las cuales se inicia la etapa de crecimiento que abarca de 6 a 12 semanas para gallinas ponedoras y de 12 a 20 semanas para pollos de engorde, de igual manera, se tiene que la etapa de postura o colocación de las gallinas ponedoras está en el rango de las 20 a 120 semanas, dentro de las cuales (semana 80) debe darse el proceso de reemplazo que consiste en la adquisición y crianza de polluelos nuevos.

### **3.1.1. Sistemas de producción Avícola**

Los sistemas de producción avícola evolucionan con el paso del tiempo en respuesta a factores como el potencial agroecológico disponible de los países, disponibilidad de tierras, mano de obra en el sector agropecuario y la demanda de los bienes y productos que son producidos.

La Food and Agriculture Organization of the United Nations – FAO define los tres sistemas de producción sobre los cuales se realiza el comparativo de producción de huella hídrica de la siguiente manera:

#### **3.1.1.1. Sistemas industriales**

Son sistemas basados en la exclusividad de producción animal sin la integración de componentes agrícolas (cultivos, pastos), este sistema aparta a los animales del suministro de alimento producido en tierra, y, por el contrario, este depende del suministro externo de alimento, energía y otros insumos de producción; bajo este sistema se calcula que depende el 50% de la producción de carne de cerdo y aves (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2014).

#### **3.1.1.2. Sistemas Mixtos**

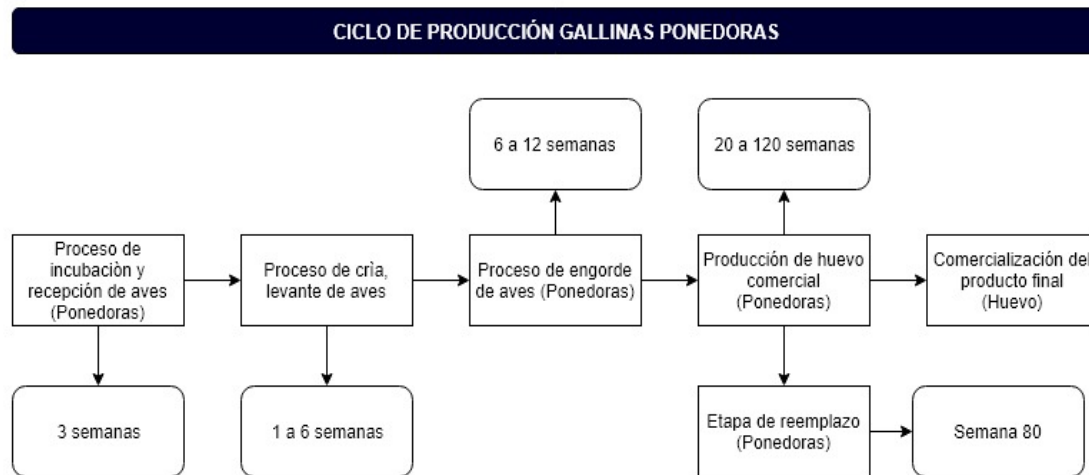
En estos sistemas se integra la producción pecuaria junto con la agrícola en el mismo espacio; a estos sistemas se les atribuye la producción del 54% de la carne a nivel mundial y es característico de los países en vía de desarrollo (Food and Agriculture Organization of the United Nations, s.f.).

### 3.1.1.3. Sistemas de pastoreo

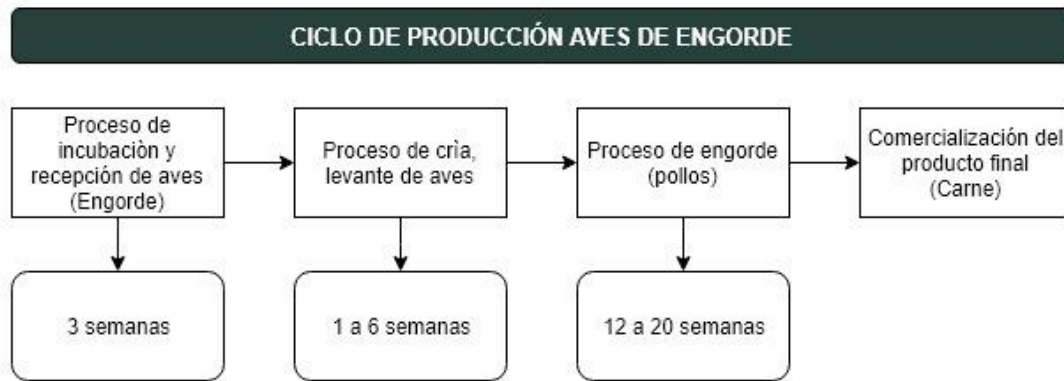
Estos sistemas de producción avícola utilizan cerca del 90% de materia seca proveniente de pastizales nativos y forrajes, el porcentaje restante proviene de sobrantes de actividades agrícolas; estos sistemas proporcionan en promedio del 9% de la producción de carne a nivel mundial. La interacción entre lo agrícola y lo pecuario en estos sistemas cerrados permiten utilizar los desechos (estiércol) como abono de los pastizales por lo que no generan mayor carga al ambiente (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2004).

### 3.1.2. Fases de la producción avícola

En esta etapa se identifican las fases de la producción avícola de manera general, iniciando con la incubación, recepción y cría de aves, seguido del procesamiento primario de las aves de corral para engorde y producción de huevo y finalmente el corte de aves de corral (procesamiento o comercialización), como se observa en las figuras 7 y 8.



**Figura 7.** Ciclo producción avícola, gallinas ponedoras  
**Adaptado de:** (Duguies, Artero, & Barcinas, 2016)



**Figura 8.** Ciclo producción avícola, aves de engorde  
**Adaptado de:** (Duguies, Artero, & Barcinas, 2016)

### 3.1.2.1. Incubación y recepción de aves

La etapa de incubación de los huevos es de 20 a 21 días promedio (3 semanas), en los cuales debe suministrarse una entrada de calor la cual debe ser de 38 °C y una humedad de 60% a 80% con el fin de que el huevo no pierda humedad de la cascara y pueda obtenerse un proceso exitoso. Sumado a esto, la Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO por sus siglas en inglés) indica que es importante contemplar factores como:

- ✓ El alimento y el agua deben estar cerca de la gallina que incuba y/o empolla (Para producción en corral).
- ✓ La gallina que empolla debe estar sana, frente a lo cual es importante que se verifique que esté libre de parásitos externos.
- ✓ Los huevos que son almacenados para incubación deben mantener una temperatura de 12 °C a 14 °C y una humedad entre el 75% y 85% por máximo siete (7) días (Para producción sistematizada).
- ✓ Los huevos deben ser analizados para determinar la fertilidad posterior a una semana de incubación, para lo cual se hace uso de una luz brillante (Food and Agriculture Organization of the United Nations, s.f.)

Se recomienda que los polluelos sean criados en grupos de 100 (para producciones de corral) con el fin de evitar muerte por aplastamiento, teniendo disposición de un espacio

de 110 m<sup>2</sup>; durante esta etapa es imprescindible que el corral se mantenga seco y que los polluelos estén en piso cubierto y seco (Duguies, Artero, & Barcinas, 2016).

### **3.1.2.2. Cría y levante de aves**

En esta etapa se mantienen los polluelos entre 6 a 12 semanas, dentro de las cuales son retirados del proceso de incubación y se transfieren a espacios ligeramente más amplios en el que puedan acomodarse durante la expansión de cuerpo, no se recomienda tenerlos en jaulas y la proporción de alimento y agua es esencial para mantenerlos, evitando altas tasas de mortalidad, la cual no debe exceder el 5%.

En la etapa de crianza es importante tener en cuenta factores de adaptación como:

- ✓ El alimento debe colocarse en el piso del corral durante tres (3) días para animar las aves a comer.
- ✓ El papel y/o material puesto para adaptación de las aves, así como para suministro de calor debe retirarse entre los 7 – 14 días, con el fin de evitar la acumulación de heces.
- ✓ Asegurarse que el piso no esté resbaloso o inclinado.
- ✓ Monitorear la temperatura (debe estar sobre los 21 °C) y la humedad relativa recomendada (60%).
- ✓ Evitar el suministro de agua fría

### **3.1.2.3. Proceso de engorde**

Durante la etapa de engorde, las aves ya sean ponedoras o de engorde, que se encuentran entre las 12 y 20 semanas, deben contar con condiciones de desarrollo adecuadas a sus necesidades, frente a lo cual es imprescindible tener en cuenta que tanto la cantidad de alimento como de agua y espacio para el desarrollo deben incrementar a medida que estas crecen; el peso de estas debe controlarse de manera aleatoria y tener en cuenta que el aseo del lugar al relacionarse con la salud de las aves debe ser de calidad, frente a lo cual se debe:

- ✓ Evitar niveles excesivos de proteína en la dieta
- ✓ Evitar altos niveles de sal y sodio, toda vez que esto implicaría un aumento en el consumo de agua por parte de las aves.

- ✓ Evitar el insumo de alimentos altos en fibra o de poca digestibilidad
- ✓ Proporcionar aceites y grasas de alta calidad evitando así el incremento de consumo en el agua y por ende la reducción de jornadas de aseo y desinfección de las camas (Arbor Acres, 2009).

Respecto al suministro de agua en esta etapa se considera importante tener en cuenta que los sistemas de bebederos deben adaptarse a la altura de las aves, el suministro debe ser de agua limpia, fresca y de calidad; así mismo considerando la relación de interdependencia alimento – agua, se estima que el requerimiento de agua debe ser suplido como se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 6 Sistema de bebedero**

<b>Drinker Type (Tipo de Bebedero)</b>	<b>Requirements (Requisitos)</b>
Nipple Drinkers (Bebedero Niple)	<3 Kg (6.6. Lb), 12 aves por bebedero >3 Kg (6.6 Lb), 9 aves por bebedero
Bell Drinkers (Bebedero Campana)	10 bebederos con distancia de 40 cm (Para 1000 aves)

**Adaptada de:** (Aviagen Brand, 2015)

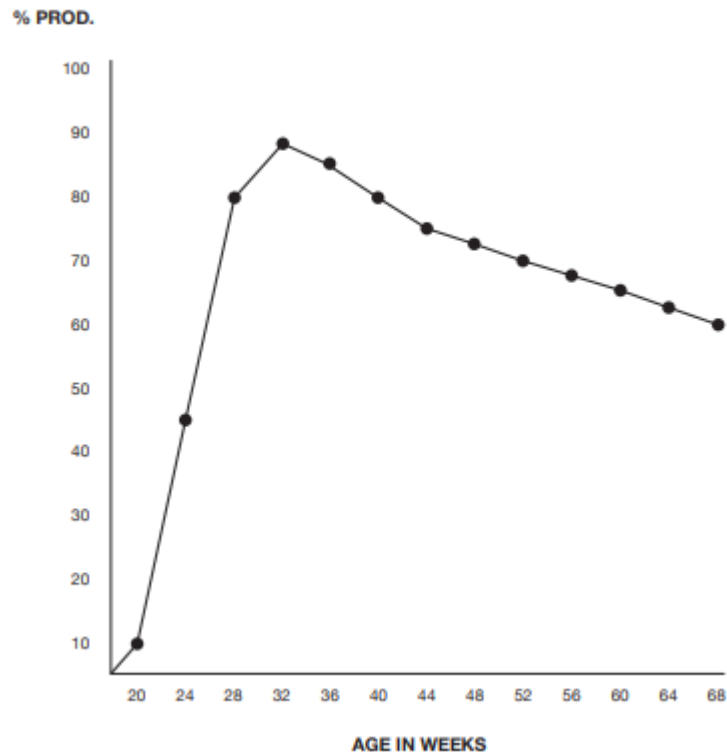
### 3.1.2.4. Producción de huevo

Generalmente la etapa de postura de huevo se inicia sobre la semana 20, sin embargo, las guías de producción avícola han determinado como aconsejable que las pollitas sean trasladadas a los cuartos de postura sobre la semana 18, para lo cual se deben tener en cuenta factores como son:

- ✓ El alimento debe contener en promedio 18% de proteína.
- ✓ El agua suministrada debe ser potable y debe estar disponible en todo momento.
- ✓ Se requiere en promedio de 14 a 16 horas de iluminación que permita estimular la producción del huevo, al tiempo que se da mayor tiempo para consumo de alimento.
- ✓ Evitar el ruido excesivo en el ambiente para postura.
- ✓ Disponer de un área de anidación adecuada y recoger los huevos dos (2) veces al día.
- ✓ Disponer de un espacio de 1.75 pies<sup>2</sup> por ave y tener cortinas o algún tipo de cubiertas para evitar el ingreso de corrientes de aire y lluvia.

### 3.1.2.5. Etapa de reemplazo

Esta etapa se divide en dos fases, la primera denominada pre-reemplazo se refiere a la organización de pollos bebé o repuestos de manera oportuna, lo cual es determinado por la baja productividad en la producción de huevo, esta fase mantiene su importancia en la práctica avícola cuando el objetivo del productor es asegurar la producción constante de huevos. En la figura 9 se puede observar una relación de producción de huevo con relación al número de semanas, lo recomendable es ordenar los reemplazos cuando las gallinas en estado productivo alcanzan las 80 semanas de vida, con el fin de tener el tiempo requerido para la preparación de cría y recepción, levante e inicio de producción.



**Figura 9.** Porcentaje de producción esperado por edad en semanas  
**Adaptado de:** (Duguies, Artero, & Barcinas, 2016)

La segunda fase denominada reemplazo o eliminación de capas debe efectuarse a la altura de las 120 semanas de vida mediante el inicio de producción de las gallinas de reemplazo y el sacrificio de las gallinas que terminan su ciclo productivo, evitando gastos de alimentación innecesarios, en caso de que las gallinas salientes se conserven se aconseja realizar el cambio de alimentación (Duguies, Artero, & Barcinas, 2016).

### 3.1.3. Suministro de agua en la cadena de producción

El agua como nutriente esencial de vida, dentro de la producción avícola es de vital importancia para el desarrollo de las aves durante todo el ciclo productivo al ser un elemento interdependiente con el alimento; para suministro de este líquido se deben tener en cuenta condiciones como:

- ✓ Debe limitarse si se encuentra a altas temperaturas
- ✓ Debe limitarse si contiene exceso de minerales
- ✓ Tipo de bebedero utilizado

Adicionalmente, se debe tener en cuenta que las aves beben entre un 30% a 50% más de agua en temperaturas superiores a los 32 °C, y que la ingesta debe ser de 1.5 a 2 veces la ingesta de alimento. Se presenta en la Tabla 7 el consumo típico diario por cada escenario de producción en ponedoras con una temperatura ambiente de 21 °C y en la Tabla 8 el consumo en pollos de engorde.

**Tabla 7. Consumo de agua producción - Ponedoras**

Escenario de Producción	Edad o Rango de Producción	Litros de agua a 21 °C (Promedio 1000 aves)
Layer Pullet	4 semanas	100
	12 semanas	160
	18 semanas	200
Laying Hens (Gallinas ponedoras)	50% de la producción	220
	90% de la producción	270

Adaptada de: (Poultry Hub, 2019)

**Tabla 8. Consumo de agua producción - Pollos de engorde**

Water Intake (Consumo de agua) Litros	Age (Edad en Semanas)							
	1	2	3	4	5	6	7	8
	65	120	180	245	290	330	355	370

Adaptada de: (Poultry Hub, 2019)

Ahora bien, es importante tener en cuenta que se pueden presentar condiciones de calor seco durante la producción avícola en determinadas regiones con climas desérticos; en la



Tabla 9 se presentan los mínimos de agua que deben ser suministrados bajo este tipo de condiciones climáticas:

**Tabla 9 Mínimos de agua para producciones en condiciones de calor seco**

Edad (Semanas)	Consumo Diario (L)	Distribución de Bebederos (m)
0 – 1	3	0.7
2 – 4	10	1.0
4 – 9	20	1.5
9 o superior	25	2.0
Layer (Capa)	50	2.5

**Adaptada de:** (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2004)

De igual manera, es importante tener en cuenta la calidad de agua que se suministra a las aves, toda reducción en el consumo o aumento de la pérdida del líquido afecta de manera directa el desarrollo de las aves. En este sentido toda agua que provenga de pozos perforados, reservorios abiertos o de suministro público de baja calidad incide en la salud de las aves en etapa de producción.

Por lo anterior, las guías técnicas de producción avícola establecen la necesidad de hacer pruebas de calidad, con el fin de verificar la dureza (Niveles de sal), salinidad y nitratos (Arbor Acres, 2009); se presenta en la Tabla 10 las concentraciones máximas aceptables en cuanto a minerales y materia orgánica en el suministro de agua a las aves.

**Tabla 10. Concentraciones máximas en el suministro de agua**

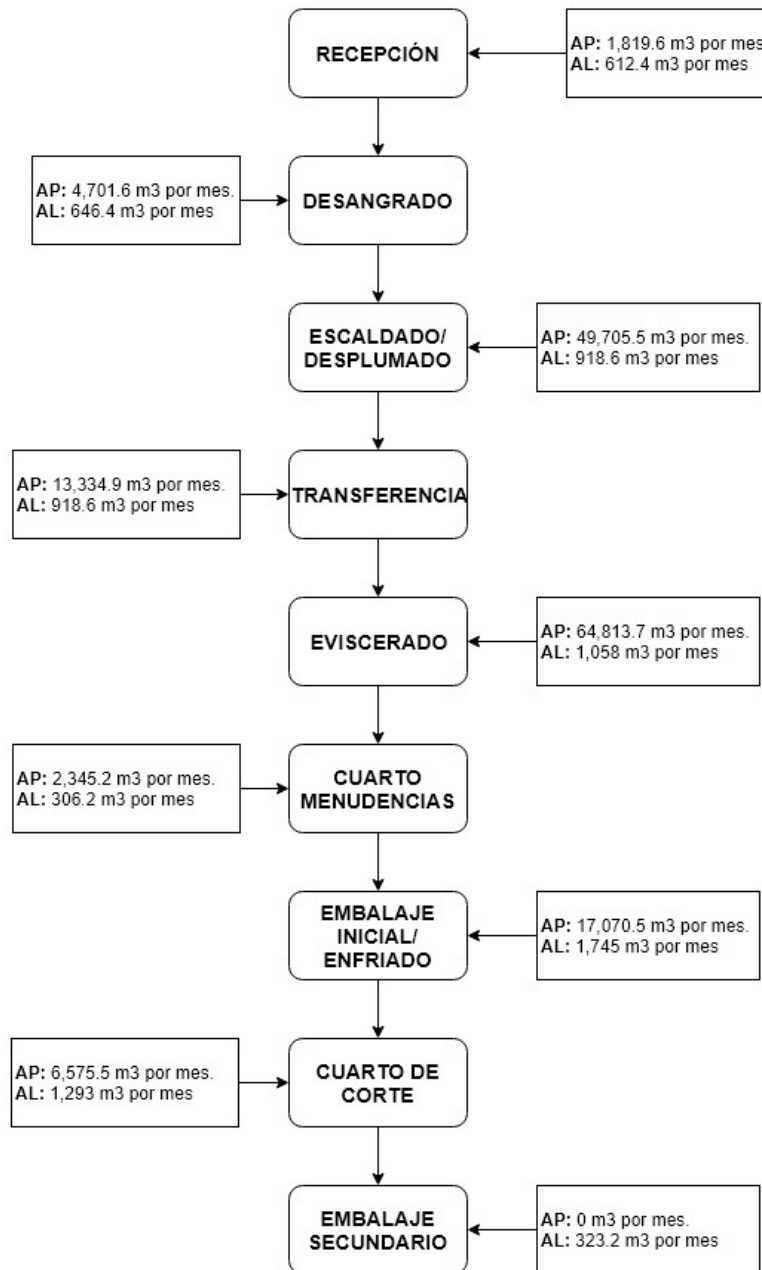
Material	Concentración (ppm o mg/Lt)	Consideraciones
Sólidos Totales Disueltos (STD)	0 – 1.000	Niveles que lo excedan causara heces acuosas, disminuyendo así el rendimiento en el desarrollo del ave.
Coliformes fecales	0	Resultados superiores indican contaminación del agua.
Cloro	250	S.C.
Sodio	50	S.C.
Sales de Calcio (Dureza)	70	S.C.
pH	6.5 – 8.5	En niveles altos puede causar corrosión de los bebederos (Metálicos) y causar afecciones en las aves.
Nitratos	Trazas	S.C.

Material	Concentración (ppm o mg/Lt)	Consideraciones
Sulfatos	200 – 250	Niveles mayores incrementan la humedad de las heces de las aves.
Potasio	300	S.C.
Magnesio	50 – 125	Mayores niveles causan exacerbación de la influencia de los sulfatos.
Hierro	0.3	S.C.
Plomo	0.05	S.C.
Zinc	5	S.C.
Manganeso	0.05	S.C.
Cobre	0.05	S.C.

Adaptada de: (Arbor Acres, 2009)

### 3.1.4. Consumo de agua en el sacrificio avícola

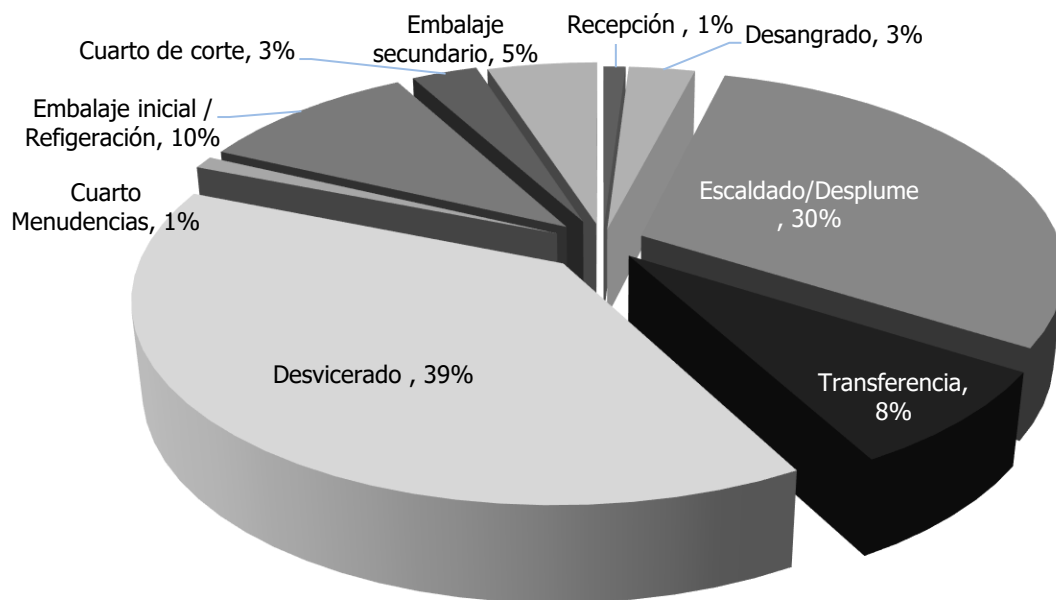
En el proceso de sacrificio de aves, los principales puntos de consumo hídrico se ubican en procesos de evisceración, escaldado/desplumado y enfriamiento, al consumir en promedio el 79% del total de agua utilizada para el proceso de obtención de aves en canal; un estudio realizado en una planta de beneficio en Brasil arrojó como resultado de la medición efectuada que la mayor cantidad de agua para procesamiento (AP) se da en la evisceración de aves al consumir en promedio 64.813,7 m<sup>3</sup> por mes y que el consumo para limpieza (AL) fue de 1.745 m<sup>3</sup> por mes para el proceso de embalaje inicial/enfriado. En la figura 10 se presenta el acercamiento obtenido con el estudio, como marco de referencia del consumo de recurso en el proceso de producción avícola.



**Figura 10.** Consumo de agua en planta de procesamiento – Estudio de caso.  
**Adaptada de:** (Barana, Bothelo, Wiecheteck, Doll, & Simoes, 2014)

El proceso de eviscerado de las aves consumió en promedio 64.813,7 m<sup>3</sup> de agua por mes como se mencionó previamente (Procesando 250.000 aves), lo que se atribuye a las actividades de apertura de la cavidad torácica, extracción de vísceras de la cavidad gastrointestinal, separación de desechos o materia no comestible y posterior lavado de

vísceras y cavidad vacía, es decir, se consumieron en promedio 2.6 m<sup>3</sup> de agua por ave por mes.



**Figura 11.** Porcentaje consumo agua en planta de procesamiento avícola  
**Adaptada de:** (Barana, Bothelo, Wiecheteck, Doll, & Simoes, 2014)

Procesos como recepción de aves, cuarto de menudencias, cuarto de corte y embalaje secundario fueron los de menor consumo de agua con el 1%, 3% y 5% respectivamente, en el desarrollo de las actividades, lo que puede atribuirse a que requiere bajos volúmenes de agua para su proceso y limpieza, como se presenta en la figura 11.

### 3.1.5. Reutilización del agua en el proceso de producción avícola

La reutilización del recurso hídrico en la producción avícola se ha venido estudiando en la etapa de sacrificio, se han adelantado estudios que permiten evidenciar que una vez aplicados tratamientos sobre los efluentes generados en una planta de sacrificio avícola, esta puede ser utilizada en su mayoría en riego en el sector agrícola.

Un estudio adelantado en Brasil en una planta de procesamiento avícola arrojó como resultados que teniendo en cuenta las condiciones de los efluentes (Tabla 11).

**Tabla 11. Condiciones de descarga de agua para reúso**

Temperatura del Agua	Agua descargada (m3/día)	Porcentaje
Temperatura Ambiente	245.34	13
Temperatura Fría	306.43	17
Temperatura Caliente	1278.23	70

**Adaptada de:** (Matsumura & Mierzwa, 2007)

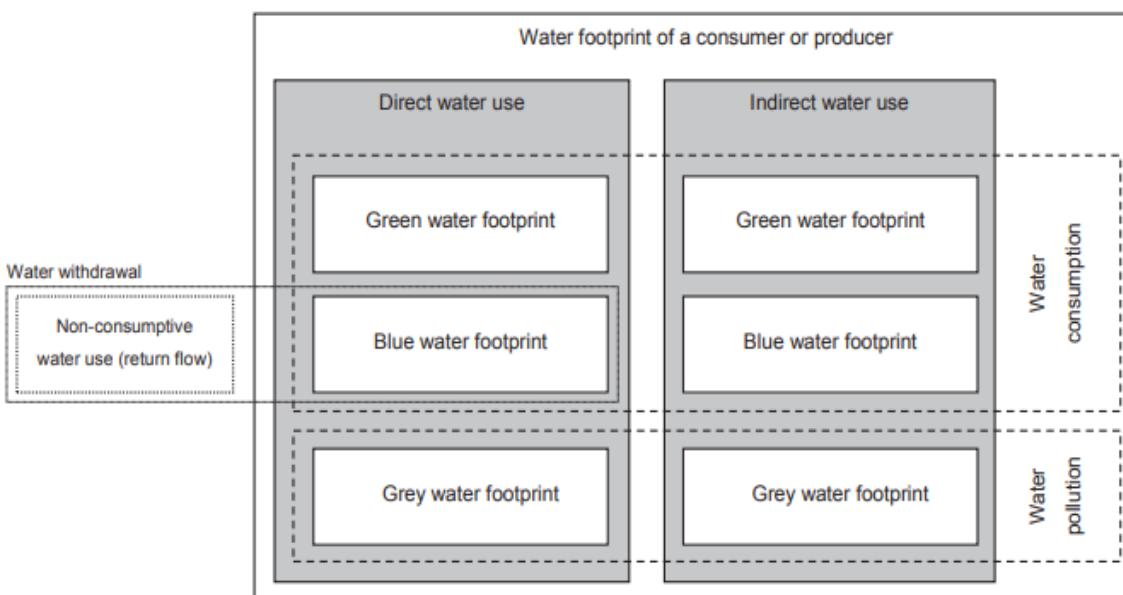
Dichas aguas pueden ser reutilizadas en otros procesos como limpieza, se relacionan a continuación los procesos que al descargar las aguas residuales con la aplicación de pretratamiento o sin este, es posible hacer uso del efluente generado:

- 1. Sala de enfriamiento:** se evaluaron dos posibles escenarios de reutilización de agua, el primero por reutilización continua, es decir, durante el proceso de enfriamiento y la segunda mediante uso por lotes o después de ser descargada del proceso de enfriamiento; las dos opciones arrojaron como resultado que pueden ser reutilizadas posterior a la separación de grasas e implementación de filtración por membrana (Matsumura & Mierzwa, 2007).
- 2. Cuarto de menudencias:** en este proceso el agua es de uso continuo, por lo que el agua al descargarse puede interceptarse para ser usada en canales de vísceras o material no comestible, por lo que no requiere de un tratamiento previo a su uso (Matsumura & Mierzwa, 2007).
- 3. Proceso de descongelamiento de cuartos:** al descongelar el túnel de congelación y la cámara frigorífica con la que cuentan las plantas de beneficio avícola, el agua descargada se puede utilizar en otros procesos (principalmente limpieza) dado que sus niveles de contaminación son bajos (medibles) y un proceso de filtración se considera suficiente para su remoción (Matsumura & Mierzwa, 2007).

### 3.2 Clasificación de la Huella Hídrica y su cálculo

La Huella Hídrica (HH) se define como el indicador de consumo para producción de bienes y servicios, así como la contaminación de agua dulce de manera directa e indirecta, permitiendo obtener una mejor perspectiva de como los consumidores y productores se

relacionan con los sistemas de agua dulce disponibles; la huella hídrica se compone de la Huella Hídrica Verde, Azul y Gris e interactúan como se observa en la figura 12:



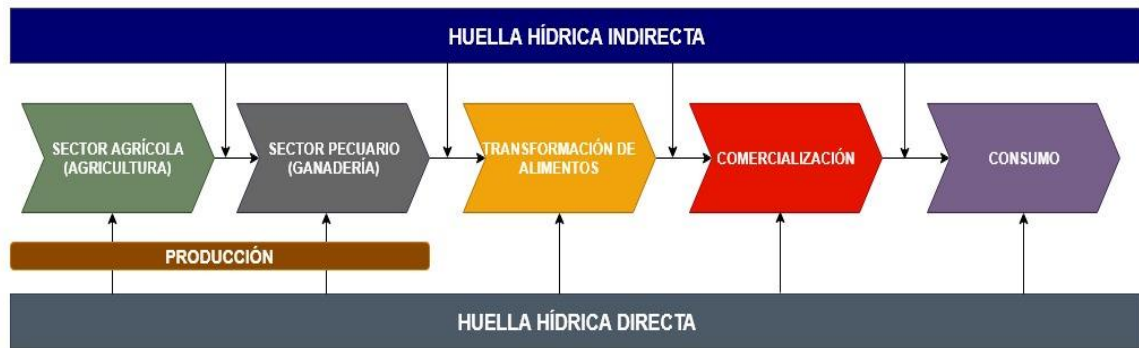
**Figura 12.** Representación de los componentes de la Huella Hídrica

**Fuente:** (Hoekstra A. , Chapagain, Aldaya, & Mekonnen, 2011)

### 3.2.1. Huella Hídrica y consumidores

Como se define en el manual de Evaluación de la Huella Hídrica por Arjen Y. Hoekstra, la huella hídrica de un consumidor es el volumen total de agua dulce consumida y contaminada en las actividades cotidianas y la producción de bienes y/o productos (Hoekstra A. , Chapagain, Aldaya, & Mekonnen, 2011) para ese individuo, así que al hablar de un grupo de consumidores, la huella hídrica obtenida es el resultado de la suma de la huella hídrica directa (consumo y contaminación de agua en actividades diarias – Domesticas) e indirecta (consumo y contaminación en procesos productivos) de cada consumidor.

Se presenta en la figura 13, la interacción de la huella hídrica directa e indirecta en las cadenas de suministro de productos de consumo humano:



**Figura 13.** Relación de Huella Hídrica Directa e Indirecta en la cadena de suministro  
**Adaptada de:** (Sotelo, y otros, 2010)

A nivel mundial las huellas de países que cuentan con potencial de producción de alimentos son aquellos que poseen huellas hídricas superiores, un ejemplo de esto serían los países desarrollados (Zimmer, 2013).

A pesar, de que en el territorio colombiano el termino de huella hídrica no se incluye en los documentos que establecen las políticas de gestión de los recursos naturales (Universidad Politécnica de Cataluña, 2011), es imperante que las metodologías de medición de esta huella permitan incluirla en el futuro. Para lograr esto es posible implantar en el territorio nacional la metodología estándar de evaluación de huella hídrica la cual se compone de cuatro (4) fases (Aldaya, 2015):

- **Fase 1:** Establecimiento de objetivos y alcance
- **Fase 2:** Medición (contabilidad) de huella hídrica
- **Fase 3:** Evaluación de la sostenibilidad de la huella hídrica
- **Fase 4:** Formulación de respuestas y/o acciones de gestión

Ahora, para la producción avícola (denominadas aves de corral), en países como Brasil, China, Estados Unidos y los Países Bajos se utilizan métodos de crianza por sistemas industriales, mixtos y de pastoreo, siendo las producciones por sistemas industriales aquellas que utilizan 3.2 veces menos de alimento por unidad de producción (masa seca), en promedio 70% de alimento concentrado que las producciones por sistemas de pastoreo, ya que los últimos hacen uso de alimentos con 40% de concentrados lo que determina que la producción de aves de corral se mida por eficiencia de conversión alimenticia (Gerbenns - Lennes, Mekonnen, & Hoekstra, 2013) y que esto a su vez impacte en los resultados de

huella hídrica. Lo anterior, debido a que los sistemas industriales poseen los resultados más bajos en la medición de huella hídrica y sus componentes (verde, azul y gris).

En Colombia, la huella hídrica en el sector pecuario, el sacrificio de aves de corral aporta en promedio 4,6 millones m<sup>3</sup>/año al 62% de representación de huella azul medida para dicho sector (IDEAM -Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2015), dentro de la medición de la huella hídrica verde el sector pecuario se halla en el rango de 245.537 millones de m<sup>3</sup>/año, lo que alcanza a multiplicarse en cinco niveles por encima de la huella verde agrícola (IDEAM -Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2015).

Para realizar el cálculo de la huella hídrica y sus componentes es necesario tener en cuenta que para el sector avícola deben tenerse indicadores de la producción de aves de corral bajo condiciones ambientales ideales como:

- Duración del periodo de producción
- Porcentajes de viabilidad
- Edades al 50% de procesos de producción
- Porcentaje al pico de producción
- Peso del huevo
- Consumo de alimento promedio de ave
- Conversión alimenticia
- Peso corporal del ave (Galeano, 2014)

Se definen los componentes básicos de clasificación para el cálculo de la huella hídrica relacionando el consumo directo de agua y el estilo de vida de la sociedad del siguiente modo:

- **Huella Hídrica verde:** Determinada por la cantidad de agua lluvia no convertida en escorrentía que se almacena en los estratos permeables de la superficie del suelo permitiendo satisfacer la demanda de la vegetación. El agua subterránea poco profunda retorna a la atmosfera por evotranspiración y permite de igual manera la existencia de vegetación (Water Footprint Network, s.f.).
- **Huella Hídrica Azul:** Es el volumen de agua que es extraída de fuentes superficiales y subterráneas que es utilizada y consumida en la producción de bienes y servicios de consumo diario que no cubre en su totalidad la demanda de



dicho recurso por el déficit de disponibilidad de dicho recurso proveniente de precipitaciones (Martínez, 2013).

- **Huella Hídrica Gris:** Está determinada por el volumen de agua requerida para que un cuerpo receptor reciba los vertimientos de agua contaminada producto de los procesos de producción y suministro sin que su calidad y/o índices de contaminación superen los niveles estipulados en la legislación vigente, es decir, que no se enfoca en generar consumos sino en la disminución de los contaminantes (Martínez, 2013).

### 3.3 Mediciones de huella hídrica a nivel mundial

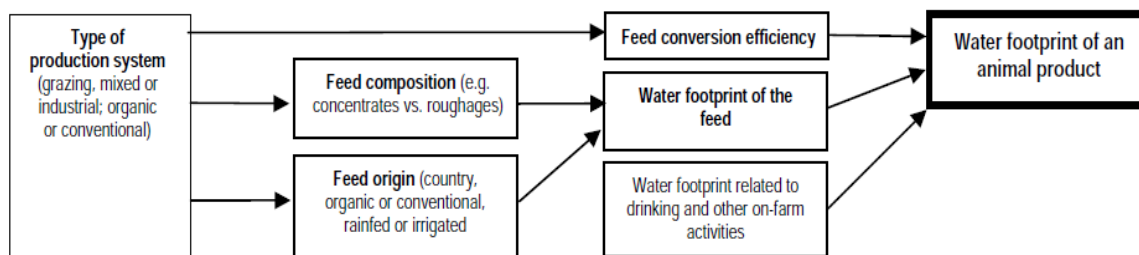
La huella hídrica de un país es igual al volumen total de agua que utiliza de manera directa e indirecta en la producción de bienes y/o servicios que son consumidos por sus habitantes y/o externos, dada por (WFT, m<sup>3</sup>/yr); esta huella se divide en dos componentes a saber:

- **Huella Hídrica interna:** Se define por el uso de los recursos hídricos disponibles en actividades domésticas para la producción de bienes y/o servicios que son consumidos al interior de un país. Es decir, el total de agua destinada a uso doméstico en economías nacionales menos el volumen de agua que es exportada a otros países, mediante la exportación de bienes producidos ( $VWE_{dom}$ , m<sup>3</sup>/yr). Se expresa mediante la fórmula:  $IWFP = AWU + IWW + DWW - VWE_{dom}$  (Hoekstra & Chapagain, 2004)
- **Huella Hídrica externa:** Está definida como el volumen total de recurso hídrico utilizado para la producción de bienes y/o servicios que son importados para consumo al interior de un país. Es también definida como la importación virtual de agua de un país menos el volumen de agua virtual exportada a otros países (reexportación de productos importados). Se expresa mediante la fórmula:  $EWFP = VWI - VWE_{re-export}$  (Hoekstra & Chapagain, 2004)

El consumo de productos de origen animal a nivel mundial y los diversos procesos de tecnificación de producción han ejercido una presión creciente sobre los recursos hídricos dulces disponibles, resultando en huellas hídricas mayores que

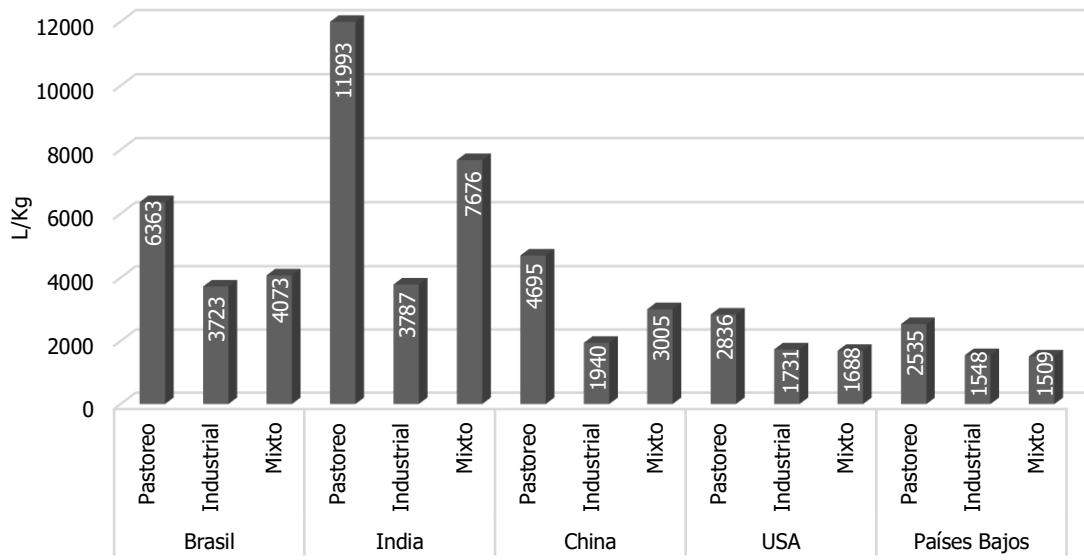
los productos agrícolas, toda vez que los animales consumen y contaminan los recursos hídricos superficiales, aún más cuando son producidos en sistemas industrializados.

La medición de Huella Hídrica generada por productos de origen animal se mide teniendo en cuenta dos componentes esenciales: El origen y composición del alimento (La cantidad que consumen los animales) y la eficiencia en la conversión de dicho alimento (Lo que comen los animales), como se presenta en la figura 14.



**Figura 14.** Componentes para la medición de Huella Hídrica en la producción animal  
**Adaptada de:** (Hoekstra & Chapagain, 2004)

Con base en esto, en el año 2011 se llevó a cabo un estudio por Hoekstra, Mekonnen y Gerbenns en el que se determinó la huella hídrica en países como Brasil, China, India, Estados Unidos y Países Bajos (Holanda) para producciones de carne de pollo, cerdo y res, así como la medición de huella hídrica en la producción de huevo para países como China, India, Estados Unidos y Países Bajos (Holanda). Con la información obtenida de dicho estudio se consolidan y presentan los resultados obtenidos para la producción de carne de pollo y huevo en sistemas y de producción de pastoreo, industrial y mixtos.

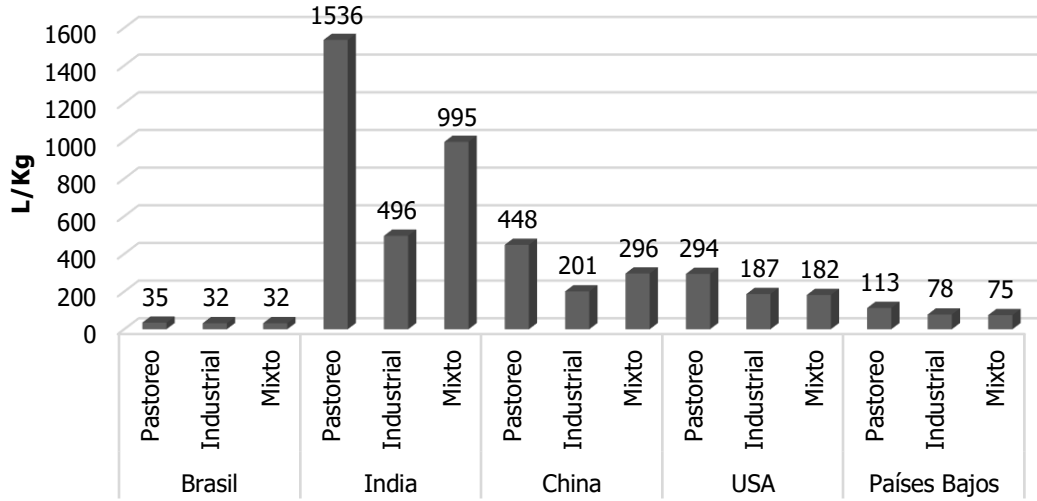


**Figura 15.** Huella Hídrica Verde – Producción carne de pollo en Brasil, China, India, USA, Países Bajos.

**Adaptada de:** (Gerbens, Mekonnen, & Hoekstra, 2011)

Como se puede observar en la figura 15, de la comparación en la medición de huella hídrica verde para producción de carne de pollo en países como Brasil, India, China, USA y Países Bajos (Holanda), se evidencia que India, Brasil y China con sistemas de producción como pastoreo registraron un aporte de huella hídrica de 11993 L/Kg, 6363 L/Kg y 4695 L/Kg respectivamente. De igual manera en sistemas mixtos India y Brasil registraron los índices más altos al generar 7676 L/Kg y 4073 L/Kg.

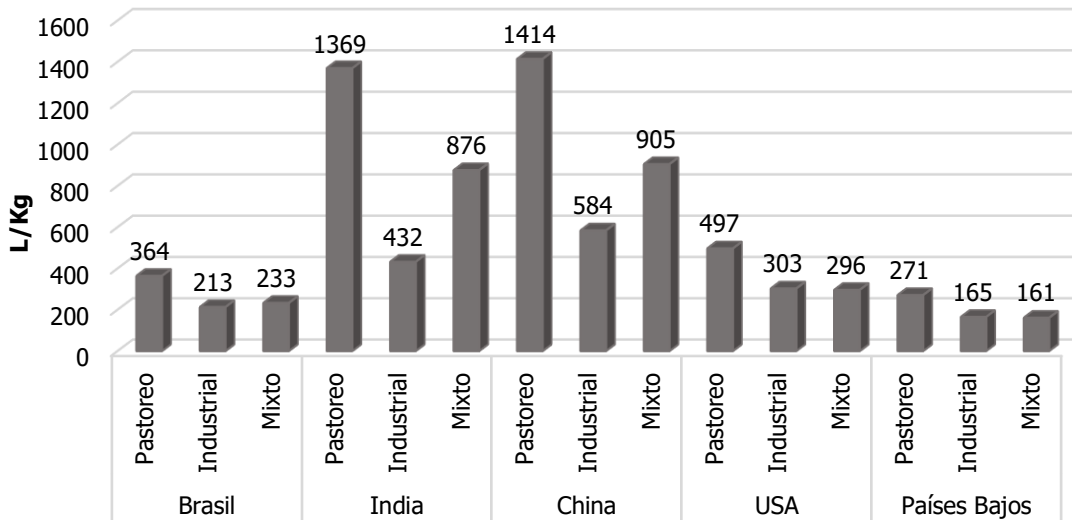
Así mismo, países como USA y Países Bajos (Holanda) registraron los índices de Huella Hídrica más bajos en los tres sistemas de producción de carne de pollo, especialmente en los Industriales y Mixtos al reportarse 1731 L/Kg, 1548 L/Kg en sistemas industriales y 1688 L/Kg, 1509 L/Kg en sistemas mixtos.



**Figura 16.** Huella Hídrica Azul – Producción carne de pollo en Brasil, China, India, USA, Países Bajos.

**Adaptada de:** (Gerbens, Mekonnen, & Hoekstra, 2011)

El país con mayor índice de generación de huella hídrica en la producción de carne de pollo es India con un registro de 1536 L/Kg en sistemas de producción como el pastoreo y en sistemas mixtos se reporta la generación de 995 L/Kg, países como Brasil y Países Bajos (Holanda) registraron los índices más bajos de huella hídrica azul al generar 35 L/Kg y 113 L/Kg en sistemas de pastoreo, 78 L/Kg y 32 L/Kg en sistemas industriales y por último 75 L/Kg y 32 L/Kg en sistemas mixtos respectivamente.

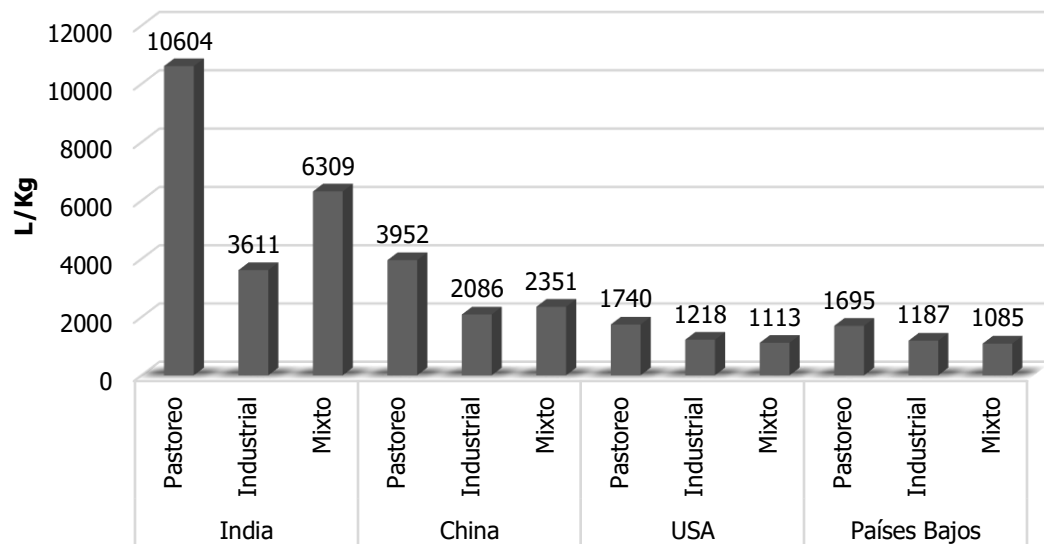


**Figura 17.** Huella Hídrica Gris – Producción carne de pollo en Brasil, China, India, USA, Países Bajos.

**Adaptada de:** (Gerbens, Mekonnen, & Hoekstra, 2011)

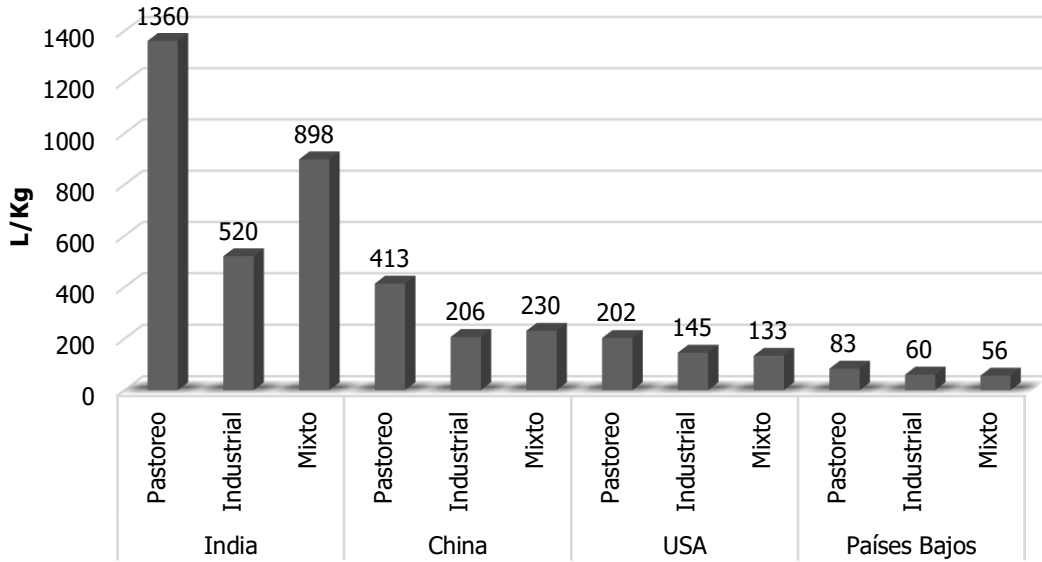
Los países como China e India registraron para las mediciones efectuadas de producción de carne de pollo en sistemas de pastoreo, una generación de 1.414 L/Kg y 1.369 L/Kg de huella hídrica gris respectivamente; así mismo, países como países bajos (Holanda) y Brasil en los sistemas de pastoreo registraron una generación de 271 L/Kg y 364 L/Kg de huella hídrica gris. De igual manera, sobre los sistemas de producción industrial China e India generaron huella de 584 L/Kg y 432 L/Kg correspondientemente.

Por otro lado, para la producción de huevo bajo los mismos sistemas de pastoreo, industrial y mixto se presentan estudios para países como China, India, USA y países bajos (Holanda), los cuales se presentan en las figuras 18 a 20:



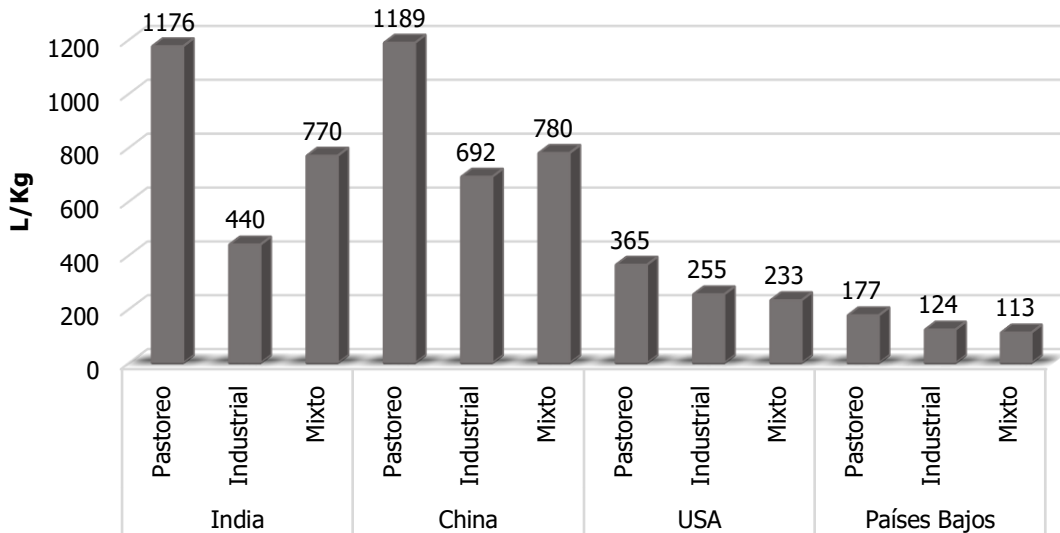
**Figura 18.** Huella Hídrica Verde – Producción de Huevo en China, India, USA, Países Bajos. Adaptada de: (Mekonnen & Hoekstra, 2012)

Frente a la comparación de generación de Huella Hídrica realizada en el año 2011 sobre los productos de animales de granja, en lo concerniente a la producción de huevo, se observa que el país con los índices más altos de generación de huella verde es India con 10.604 L/kg, seguido de China con 3.952 L/Kg generados en sistemas de producción de pastoreo. Los países con los índices más bajos de generación son USA y Países bajos (Holanda) con generación de 1.085 L/Kg y 1.113 L/Kg respectivamente en sistemas mixtos; por otro lado, se identificó que India cuenta con altos registros de generación de huella en sistemas industriales de producción al obtener en la medición un aporte de 3.611 L/Kg seguido de China con 2.086 L/Kg correspondientemente.



**Figura 19.** Huella Hídrica Azul – Producción de Huevo en China, India, USA, Países Bajos. Adaptada de: (Mekonnen & Hoekstra, 2012)

La generación de huella hídrica azul en la producción de huevo bajo los sistemas de pastoreo, industrial y mixto es liderada por India al aportar 1.360 L/Kg en sistemas de producción como lo es pastoreo, seguido por China al aportar 413 L/Kg de huella hídrica azul y el sistema mixto que genera 898 L/Kg en India; por otro lado, dentro de estos sistemas países como USA y Países Bajos (Holanda) aportan 202 L/Kg y 83 L/Kg, así como 133 L/Kg por USA y 56 L/Kg por países Bajos en sistemas mixtos.



**Figura 20.** Huella Hídrica Gris – Producción de Huevo en China, India, USA, Países Bajos. Adaptada de: (Mekonnen & Hoekstra, 2012)

Los resultados arrojados de la medición de huella hídrica gris en la producción de huevo, permite establecer que India y China son los países con las tasas más altas de generación de huella hídrica en sistemas de producción de pastoreo al registrar 1.176 Kg/L y 1.189 Kg/L respectivamente, seguido de sistemas de producción mixtos al reportar 770 Kg/L y 780 Kg/L correspondientemente, lo que puede obedecer a factores de ineficiencia en la gestión de recursos, malas prácticas de producción, incremento en el consumo de los productos, disminución de tierras productivas y agotamiento de recursos insumo para la producción de huevo.

A diferencia de estos, países como USA y Países Bajos (Holanda) registran las generaciones más bajas en sistemas de producción mixto e industrial al obtener como resultados de la medición efectuada en el año 2011, un aporte de 113 Kg/L y 233 Kg/L respectivamente y 124 Kg/L y 255 Kg/L de huella hídrica.

# Información requerida para la determinación de la huella hídrica en Colombia

A pesar de que se habla de que el agua en el mundo es abundante, no se tiene en cuenta que el porcentaje apto para uso y consumo humano es bajo y que debido a factores como:

- Prácticas agropecuarias
- Hábitos alimenticios de la población
- Patrones de consumo de la población
- Diversidad de industrias y grado de tecnificación
- Cambio climático
- Incremento poblacional
- Aumento de presión sobre los recursos hídricos, entre otros, afectan la disponibilidad de agua dulce para cubrimiento de las necesidades poblacionales.

A nivel general, debido a factores de incremento de la tasa poblacional, el sector agrícola es el mayor consumidor de recursos naturales disponibles, lo que se ve representado en el uso y consumo del 70% de agua dulce disponible en el planeta, a diferencia del porcentaje de empleo de este recurso en actividades industriales y domésticas las cuales utilizan en promedio el 20% y el 10% respectivamente (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, 2009).

Por lo anterior, se hace necesaria la determinación de indicadores de partida que permitan conocer la situación actual de los recursos hídricos con la finalidad de tener la base del establecimiento de las acciones de mejora en pro de la adecuada gestión de dichos recursos; y es la evaluación de la huella hídrica la que brinda la información cuantitativa y cualitativa de los procesos de obtención de productos y servicios que permitirá establecer la dirección que deben tomar las diversas organizaciones para el uso y consumo sostenible del agua disponible en el territorio nacional.



Si bien, se cuenta con el resultado de la medición de huella hídrica azul y verde en el sector agropecuario en Colombia, este se enfoca en el sacrificio de ganado bovino, porcino y pastos asociados a ganadería extensiva; como se presenta en la Tabla 12 y el mapa de distribución espacial de la huella hídrica azul del sector pecuario<sup>1</sup>.

**Tabla 12. Huella Hídrica Azul sector pecuario**

Área Hidrográfica	Huella Hídrica Azul (Millones de m <sup>3</sup> /año)	% respecto a la Huella Hídrica Azul medida
Caribe	2,5	7,5
Magdalena – Cauca	26,0	78,1
Orinoco	3,9	11,7
Amazonas	0,5	1,5
Pacífico	0,4	1,2
<b>Total</b>	<b>33,3</b>	<b>100,0</b>

**Adaptada de:** (IDEAM -Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2015)

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos de la medición de Huella hídrica Azul en el territorio nacional en el año 2014 muestra a modo general que el área hidrográfica del Magdalena – Cauca es la que recibe el mayor aporte de Huella Hídrica generada por actividades de sacrificio pecuario, específicamente de ganado bovino, porcino y avícola. Sin embargo, no se encuentra desagregado por sector, lo que impide analizar resultados del aporte del sector en estudio.

Por otro lado, frente a los resultados registrados de la huella hídrica verde para el sector pecuario, se presenta en las Tablas 13 a 17 por área hidrográfica, así como en el mapa de distribución espacial de la huella hídrica verde del mismo sector<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Anexo A – Mapa de distribución espacial de la huella hídrica azul anual del sector pecuario en Colombia.

<sup>2</sup> Anexo D – Mapa de distribución espacial de la huella hídrica azul anual del sector pecuario en Colombia.

**Tabla 13. Huella Hídrica Verde sector pecuario – Caribe**

Área Hidrográfica	Huella Hídrica Verde (Millones de m3/año)	% en la medición anual de Huella Hídrica Verde	% respecto a la Huella Hídrica Verde medida a nivel nacional
Caribe (Sinú, Río Sucio, Ranchería, Mulatos, Golfo de Morrosquillo)	18.492,2	62,9	7,5

Adaptada de: (IDEAM -Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2015)

**Tabla 14. Huella Hídrica Verde sector pecuario – Magdalena**

Área Hidrográfica	Huella Hídrica Verde (Millones de m3/año)	% en la medición anual de Huella Hídrica Verde	% respecto a la Huella Hídrica Verde medida a nivel nacional
Magdalena – Cauca (Bajo San Jorge, Río Lebrija, Medio Cesar, Carare, Suárez, Porce, Corozal)	56.898,1	42,9	23,1

Adaptada de: (IDEAM -Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2015)

**Tabla 15. Huella Hídrica Verde sector pecuario – Orinoco**

Área Hidrográfica	Huella Hídrica Verde (Millones de m3/año)	% en la medición anual de Huella Hídrica Verde	% respecto a la Huella Hídrica Verde medida a nivel nacional
Orinoco (Río Metica, Ararí, Cravo Norte, Cusiana, Pauto, Guanápalo)	24.715,9	39,8	21,0

Adaptada de: (IDEAM -Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2015)

**Tabla 16. Huella Hídrica Verde sector pecuario – Amazonas**

Área Hidrográfica	Huella Hídrica Verde (Millones de m3/año)	% en la medición anual de Huella Hídrica Verde	% respecto a la Huella Hídrica Verde medida a nivel nacional
Amazonas (Río Caguán Alto, Orteguzaza, Guayas, Caquetá medio)	11.028,2	68,9	4,4

Adaptada de: (IDEAM -Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2015)

**Tabla 17. Huella Hídrica Verde sector pecuario – Pacífico**

Área Hidrográfica	Huella Hídrica Verde (Millones de m <sup>3</sup> /año)	% en la medición anual de Huella Hídrica Verde	% respecto a la Huella Hídrica Verde medida a nivel nacional
Pacífico (Río Guaitara, Patía Alto)	2.588,6	47,2	1,1

**Adaptada de:** (IDEAM -Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2015)

Los resultados de Huella Hídrica verde obtenidos de la medición efectuada en el año 2014, muestran que el área hidrográfica que recibe mayor aporte de huella hídrica es el Magdalena – Cauca al ser la cuenca con mayor extensión al ocupar el 24% de la extensión del territorio colombiano y por ende, el suministro de recursos al 80% de los habitantes del país (Casiopea, s.f.); sin embargo, al igual que en los reportes de huella hídrica azul para las actividades de sacrificio bovino, porcino y avícola, las mediciones realizadas no se encuentran desagregadas por lo que no es posible establecer el aporte generado por la industria avícola en el país.

Ahora, dado que la información requerida para realizar la medición de huella hídrica en el sector cuenta con limitantes como la no consideración como un indicador único para la adecuada gestión de los recursos hídricos, vinculación al contexto local que permita considerar otro tipo de indicadores hidrológicos, sumado a indicadores sociales, económicos y ambientales de la zona de estudio, así como la disponibilidad y confiabilidad de la información suministrada por terceros, es imperante que se efectúen mediciones en sitio y se realice la recolección de información de primera mano con el fin de generar resultados lo más confiables posibles con los que se pueda tener el insumo de evaluación de la Huella Hídrica en el sector avícola.

# Conclusiones y recomendaciones

## 5.1. Conclusiones

- Los sistemas de evaluación de huella hídrica a nivel nacional requieren de una expansión en su aplicación, es decir, que esta tenga mayor alcance y cubrimiento de sectores, toda vez que su medición no se realiza por sectores productivos, es decir, no se tienen en cuenta los diversos tipos de productos ni los diversos procesos aplicados para su obtención.
- Es imperante que se efectúen evaluaciones en sitio de las producciones avícolas colombianas que permitan sentar bases para el diseño y ejecución de planes de acción de uso y ahorro eficiente del recurso hídrico, registrando estrategias de mejoramiento de prácticas de uso en la operación de este tipo de producciones.
- La generación de huella hídrica obedece a factores de desarrollo de los países o riqueza (a mayor riqueza menor consumo de bienes, productos y/o servicios y viceversa), así mismo se consideran los patrones de consumo de los habitantes de un territorio (a mayor consumo mayor generación de huella hídrica) y a condiciones climáticas de los países, ya que en zonas más áridas mayor consumo de recurso hídrico para la producción de bienes y servicios, tasas de natalidad y/o dinámica poblacional, al igual que prácticas ineficaces e ineficientes en los sistemas de producción implementados en sectores agropecuarios.
- La medición de huella hídrica por sectores de producción pueden ser indicadores base en la toma de decisiones de los entes gubernamentales en la gestión de los recursos hídricos disponibles en el territorio nacional, así como del establecimiento de metodologías de reutilización de estos en las cadenas de producción.

- Los resultados relacionados en el documento permiten evidenciar que la medición de este indicador es una base de reconocimiento, análisis y planteamiento de mejores prácticas de uso y de soluciones de racionalización de recursos hídricos mitigando a futuro impactos irreversibles en la disponibilidad de agua para cubrimiento de necesidades y desarrollo de actividades domésticas, industriales y agropecuarias en el desarrollo de la economía del territorio nacional.
- La medición de huella hídrica se define como un proceso complejo que requiere insumos de información como el origen de materia prima utilizada dentro de lo que se contempla el agua necesaria para la producción de un bien o un servicio (consumo directo e indirecto), procesos productivos que permitan obtener productos y/o bienes de consumo, infraestructura y comercialización.

## **5.2. Recomendaciones**

- Realizar estudios de disponibilidad, calidad y demanda de los recursos hídricos, así como de patrones de consumo que permitan determinar la huella hídrica en el contexto real del sector avícola del territorio colombiano y sus diversos sistemas de producción (pastoreo, industrial y mixtos), así como acciones de uso y reúso del agua en el sector.
- Analizar y cuantificar la huella hídrica del sector avícola con el fin de tener un conocimiento integral de la disponibilidad de los recursos y de este modo establecer las bases de gestión y racionalización de los recursos hídricos disponibles en el territorio nacional por parte del gobierno nacional.
- Fortalecer el quehacer institucional de las entidades ambientales encargadas de efectuar mediciones de indicadores ambientales, como el de huella hídrica orientándolos hacia la gestión de los recursos, especialmente el hídrico, así como la sostenibilidad de la biodiversidad del territorio.
- Formular e implementar políticas de gestión asociadas a la gestión integral de los recursos hídricos disponibles en el territorio colombiano, teniendo como base la

medición de indicadores por proceso de producción, toda vez que las características de obtención de productos, así como insumos y necesidades varían a pesar de pertenecer a un mismo sector productivo.

- Ampliar las metodologías de obtención de información de carácter ambiental en el territorio colombiano, así como de difusión de resultados obtenidos de estudios y mediciones que permitan establecer bases de investigación en diversos sectores sobre consumo, hábitos, uso y reúso de productos que puedan conllevar a la mejora de los procesos ya disponibles para producción de productos y/o bienes de consumo.
- Apoyar los diversos estudios que puedan arrojar información base para la toma de decisión sobre la gestión de los recursos disponibles en el territorio nacional, en específico sobre huella hídrica con el fin de que este concepto pueda incluirse como variable permanente de medición y, por ende, de decisión en la gestión de recursos hídricos.
- Fortalecer la definición y difusión del término y/o conceptos de medición de huella hídrica en la normatividad aplicable vigente en el territorio con el fin de que se asocie a los hábitos cotidianos de los consumidores del recurso hídrico en actividades tanto domésticas como industriales y/o agropecuarias, con el fin de despertar la conciencia del cuidado, preservación y gestión de los recursos hídricos disponibles en Colombia.
- Proponer soluciones que permitan reducir el uso y consumo del recurso hídrico mediante el diseño e implementación de un Plan de Uso Eficiente y Ahorro de Agua – PUEAA, con el fin de promover la conservación y aprovechamiento de dicho recurso.

## Bibliografía

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura - FAO . (2013). *Revisión del Desarrollo Avícola*. Obtenido de FAO: <http://www.fao.org/3/i3531s/i3531s.pdf>

Aclímate Colombia. (2017). *¿Qué es la huella hídrica?* Obtenido de Aclímate Colombia: <http://www.aclimatecolombia.org/huella-hidrica/>

Aguilera, M. (2014). *Determinantes del desarrollo en la avicultura en Colombia: instituciones, organizaciones y tecnología*. Obtenido de Banco de la República - Centro de Estudios Económicos Regionales (CEER): [http://www.banrep.gov.co/docum/Lectura\\_finanzas/pdf/dtser\\_214.pdf](http://www.banrep.gov.co/docum/Lectura_finanzas/pdf/dtser_214.pdf)

Aldaya, M. (2015). *Introducción al cálculo de la huella hídrica según Water Footprint Network*. Recuperado el 2017, de Seminario Nacional del Observatorio del Agua: [https://www.fundacionbotin.org/89dguuytdfr276ed\\_uploads/Observatorio%20Tendencias/Sem%20NACIONALES/13-huella%20hidrica/Maite\\_Aldaya\\_Seminario\\_OA.pdf](https://www.fundacionbotin.org/89dguuytdfr276ed_uploads/Observatorio%20Tendencias/Sem%20NACIONALES/13-huella%20hidrica/Maite_Aldaya_Seminario_OA.pdf)

Arbor Acres. (2009). *Guía del Manejo del Pollo de Engorde*. Obtenido de [http://es.aviagen.com/assets/Tech\\_Center/BB\\_Foreign\\_Language\\_Docs/Spanish\\_TechDocs/smA-Acres-Guia-de-Manejo-del-Pollo-Engorde-2009.pdf](http://es.aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/Spanish_TechDocs/smA-Acres-Guia-de-Manejo-del-Pollo-Engorde-2009.pdf)

Aviagen Brand. (2015). *Ross Broiler Pocket Guide*. Obtenido de [http://es.aviagen.com/assets/Tech\\_Center/BB\\_Resources\\_Tools/Pocket\\_Guides/Ross-Broiler-Pocket-Guide-2015-EN.pdf](http://es.aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Resources_Tools/Pocket_Guides/Ross-Broiler-Pocket-Guide-2015-EN.pdf)

Barana, A., Bothelo, V., Wiecheteck, G., Doll, M., & Simoes, D. (2014). *State University of Ponta Grossa*. Obtenido de Rational use of water in a poultry slaughterhouse in the state of Paraná, Brazil: a case study: [https://www.researchgate.net/publication/275675085\\_Rational\\_use\\_of\\_water\\_in\\_a\\_poultry\\_slaughterhouse\\_in\\_the\\_state\\_of\\_Parana\\_Brazil\\_a\\_case\\_study](https://www.researchgate.net/publication/275675085_Rational_use_of_water_in_a_poultry_slaughterhouse_in_the_state_of_Parana_Brazil_a_case_study)

BBC MUNDO. (s.f.). *Crisis Mundial Del Agua* . Recuperado el 2017, de BBC MUNDO : <http://www.bbc.co.uk/spanish/especiales/agua/default.stm>

Casiopea. (s.f.). *Atlas Cuenca del Río Magdalena*. Obtenido de Atlas Cuenca del Río Magdalena:

[https://wiki.ead.pucv.cl/images/1/1b/Atlas\\_cuenca\\_del\\_rio\\_magdalena\\_version\\_final.pdf](https://wiki.ead.pucv.cl/images/1/1b/Atlas_cuenca_del_rio_magdalena_version_final.pdf)

Conagua. (2011). *Estadísticas del agua en México*. Obtenido de Capítulo 8. Agua en el mundo:

[http://www.conagua.gob.mx/conagua07/contenido/documentos/sina/capitulo\\_8.pdf](http://www.conagua.gob.mx/conagua07/contenido/documentos/sina/capitulo_8.pdf)

Departamento Administrativo Nacional de Estadística. (2005). *Estudios demográficos del DANE revelan que la población colombiana entre el 2005 y 2010 crecerá a una tasa media anual de 1.18%*. Recuperado el 2017, de Departamento Administrativo Nacional de Estadística: <https://www.dane.gov.co/files/BoletinProyecciones.pdf>

Duguiés, M., Artero, V., & Barcinas, J. (2016). *Poultry Production Guide for a 500 layer operation*. Obtenido de College of Natural & Applied Sciences : [http://cnas-re.uog.edu/wp-content/uploads/2017/05/Poultry\\_Guide\\_3\\_8\\_16.pdf](http://cnas-re.uog.edu/wp-content/uploads/2017/05/Poultry_Guide_3_8_16.pdf)

FAPRI. (2011). *Food and Agricultural Policy Research Institute*. Recuperado el 12 de Junio de 2013, de World Agricultural Outlook Database: <http://www.fapri.iastate.edu/tools/outlook.aspx>

Federación Nacional de Avicultores de Colombia . (2017). *Informe de Gestión 2017*. Obtenido de FENAVI: <http://www.fenavi.org/images/stories/estadisticas/article/3622/Informe-Gestion2017-Fenavi.pdf>

Federación Nacional de Avicultores de Colombia – FENAVI. (s.f.). *Indicadores del sector Avícola* . Recuperado el 2017, de Boletines Fenavi: <https://sioc.minagricultura.gov.co/Avicola/Documentos/002%20-%20Cifras%20Sectoriales/BULLETS%20FENAVI%20MINISTRO.pdf>

Federación Nacional de Avicultores de Colombia - Fondo Nacional Avícola . (s.f.). *Producción Pública*. Obtenido de FENAVI: [http://www.fenavi.org/index.php?option=com\\_content&view=article&id=2472&Itemid=1330#magictabs\\_shvpn\\_3](http://www.fenavi.org/index.php?option=com_content&view=article&id=2472&Itemid=1330#magictabs_shvpn_3)

Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2019). *Gateway to poultry production and products*. Obtenido de Production systems: <http://www.fao.org/poultry-production-products/production/production-systems/en/>

Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2004). *Animal and Production Health*. Obtenido de Small - Scale Poultry Production: <http://www.fao.org/3/a-y5169e.pdf>

Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2014). *Production Systems*. Obtenido de Animal Production and Health: [http://www.fao.org/ag/againfo/themes/en/meat/backgr\\_productions.html](http://www.fao.org/ag/againfo/themes/en/meat/backgr_productions.html)



- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (s.f.). *Chapter 5: Incubation and Hatching*. Obtenido de NATURAL INCUBATION: <http://www.fao.org/3/y5169e/y5169e06.htm#TopOfPage>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (s.f.). *Livestock production systems and the main environmental challenges*. Obtenido de Livestock & the environment: Finding a balance: <http://www.fao.org/3/x5303e/x5303e00.htm#Contents>
- Galeano, L. (2014). *Caracterización de sistemas de producción avícola de huevo mediante la implementación de modelos de predicción y clasificación*. Recuperado el 2017, de Universidad de Antioquia: [http://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/3096/1/LuisFernando\\_2014Caracterizaci%C3%B3nSistemasproducci%C3%B3n.pdf](http://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/3096/1/LuisFernando_2014Caracterizaci%C3%B3nSistemasproducci%C3%B3n.pdf)
- Gerbens - Lennes, P., Mekonnen, M., & Hoekstra, A. (2013). *The water footprint of poultry, pork and beef: A comparative study in different countries and production systems*. Recuperado el 2017, de Water Resources and Industry: [http://waterfootprint.org/media/downloads/Gerbens-et-al-2013-waterfootprint-poultry-pork-beef\\_1.pdf](http://waterfootprint.org/media/downloads/Gerbens-et-al-2013-waterfootprint-poultry-pork-beef_1.pdf)
- Gerbens, P., Mekonnen, M., & Hoekstra, A. (2011). *A comparative study on the water footprint of poultry, pork and beef in different countries and production systems*. Obtenido de UNESCO-IHE: <https://waterfootprint.org/media/downloads/Report55.pdf>
- Global Water Partnership. (s.f.). *Informe nacional sobre la gestión del agua en Colombia*. Obtenido de Agua para el siglo XXI para América del Sur: <https://www.cepal.org/drni/proyectos/samtac/inco00200.pdf>
- Greenpeace. (2010). *Disponibilidad del recurso*. Obtenido de Agua: <http://www.greenpeace.org/colombia/es/campanas/contaminacion/agua/>
- Grupo Intergubernamental de Expertos Sobre el Cambio Climático - IPCC. (2015). *Cambio Climático 2014 - Informe de Síntesis*. Recuperado el 2017, de Grupo Intergubernamental de Expertos Sobre el Cambio Climático - IPCC: [http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/SYR\\_AR5\\_FINAL\\_full\\_es.pdf](http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/SYR_AR5_FINAL_full_es.pdf)
- Hoekstra, A., & Chapagain, A. (2004). *UNESCO-INSTITUTE FOR WATER EDUCATION*. Obtenido de Water Footprints of Nations: <https://waterfootprint.org/media/downloads/Report16Vol1.pdf>
- Hoekstra, A., Chapagain, A., Aldaya, M., & Mekonnen, M. (2011). *The Water Footprint Assessment Manual*. Obtenido de Water Footprint Network: [https://waterfootprint.org/media/downloads/TheWaterFootprintAssessmentManual\\_2.pdf](https://waterfootprint.org/media/downloads/TheWaterFootprintAssessmentManual_2.pdf)



para todos - Agua para la vida:  
<http://www.un.org/esa/sustdev/sdissues/water/WWDR-spanish-129556s.pdf>

Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura - UNESCO. (2017). *La contaminación del agua sigue creciendo a nivel mundial*. Obtenido de Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos (WWAP): <http://www.unesco.org/new/es/natural-sciences/environment/water/wwap/facts-and-figures/all-facts-wwdr3/fact-15-water-pollution/>

Organización Meteorológica Mundial . (2012). *Glosario Hidrológico Internacional* . Recuperado el 2017, de Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura: <http://unesdoc.unesco.org/images/0022/002218/221862M.pdf>

Poultry Hub. (2019). *Nutrient Requirements*. Obtenido de Water consumption rates for chickens: <http://www.poultryhub.org/nutrition/nutrient-requirements/water-consumption-rates-for-chickens/>

Revista Dinero. (2017). *¿Por qué la industria avícola colombiana está volando alto?* Recuperado el 2017, de Revista Dinero: <http://www.dinero.com/edicion-impresa/negocios/articulo/como-va-la-industria-avicola-en-colombia/242959>

Rivera, H., Malaver, D., & Peña, T. (2011). *Perdurabilidad empresarial: el caso del sector avícola en Colombia*. Obtenido de Grupo de Investigación en Perdurabilidad Empresarial (GIPE): [http://www.urosario.edu.co/Escuela-administracion/Documentos/investigacion/publicaciones/DI119\\_Admon\\_finalb.pdf](http://www.urosario.edu.co/Escuela-administracion/Documentos/investigacion/publicaciones/DI119_Admon_finalb.pdf)

Rivera, O. (2017). *Artículo de opinión - El origen de la Gallina*. Obtenido de Vet Comunicaciones: [http://www.vetcomunicaciones.com.ar/uploadsarchivos/origen\\_de\\_la\\_gallina.pdf](http://www.vetcomunicaciones.com.ar/uploadsarchivos/origen_de_la_gallina.pdf)

Sistema de Información Ambiental de Colombia - SIAC. (s.f.). *Oferta del Agua* . Recuperado el 2017, de SIAC: <http://www.siac.gov.co/ofertaagua>

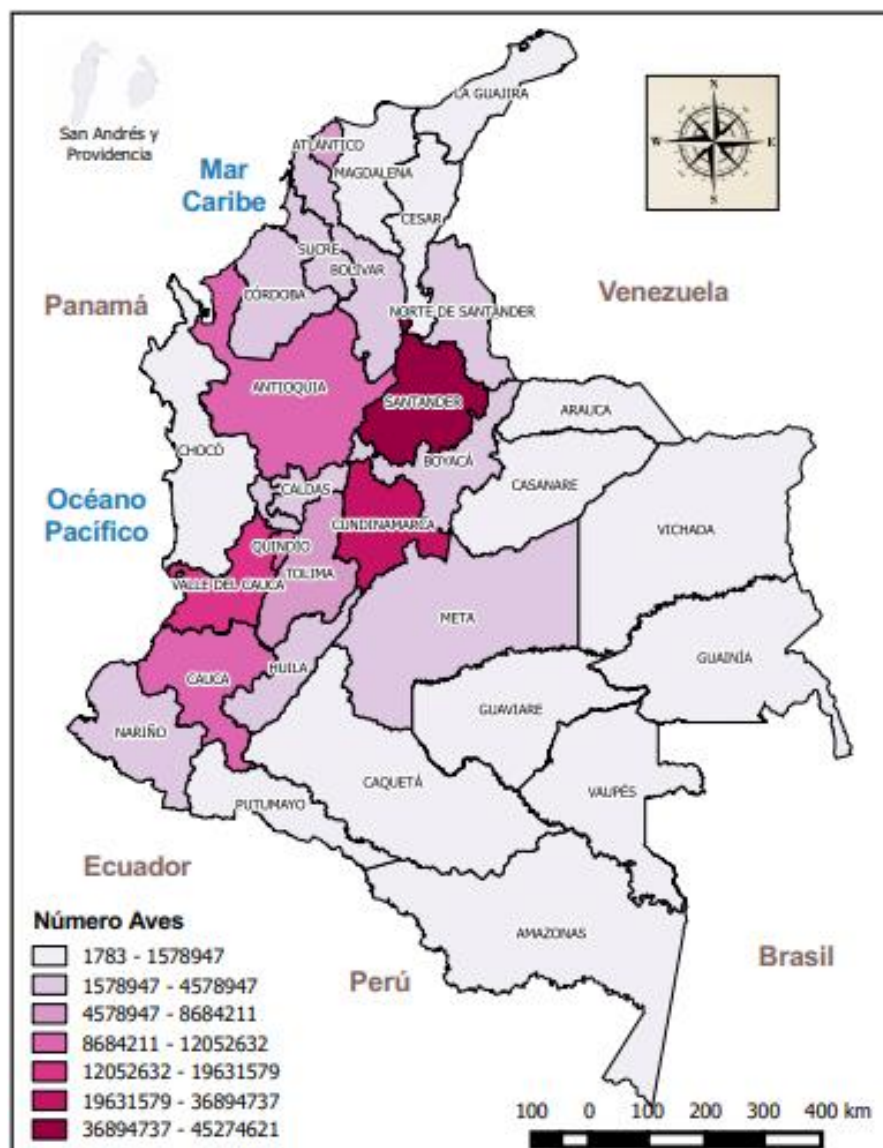
Sistema de Información Ambiental de Colombia. (2012). *Demanda y uso de agua*. Obtenido de Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia: <http://www.siac.gov.co/demandaagua>

Sotelo, J., Olcina, J., Tolón, A., Bolívar, X., García, F., & Sotelo, M. (2010). *La Huella Hídrica Española en el contexto del Cambio Ambiental*. Obtenido de Fundación MAPFRE: <http://www.mapfre.com/ccm/content/documentos/fundacion/pre-va/cursos/huella-hidrica-y-sostenibilidad-informe.pdf>

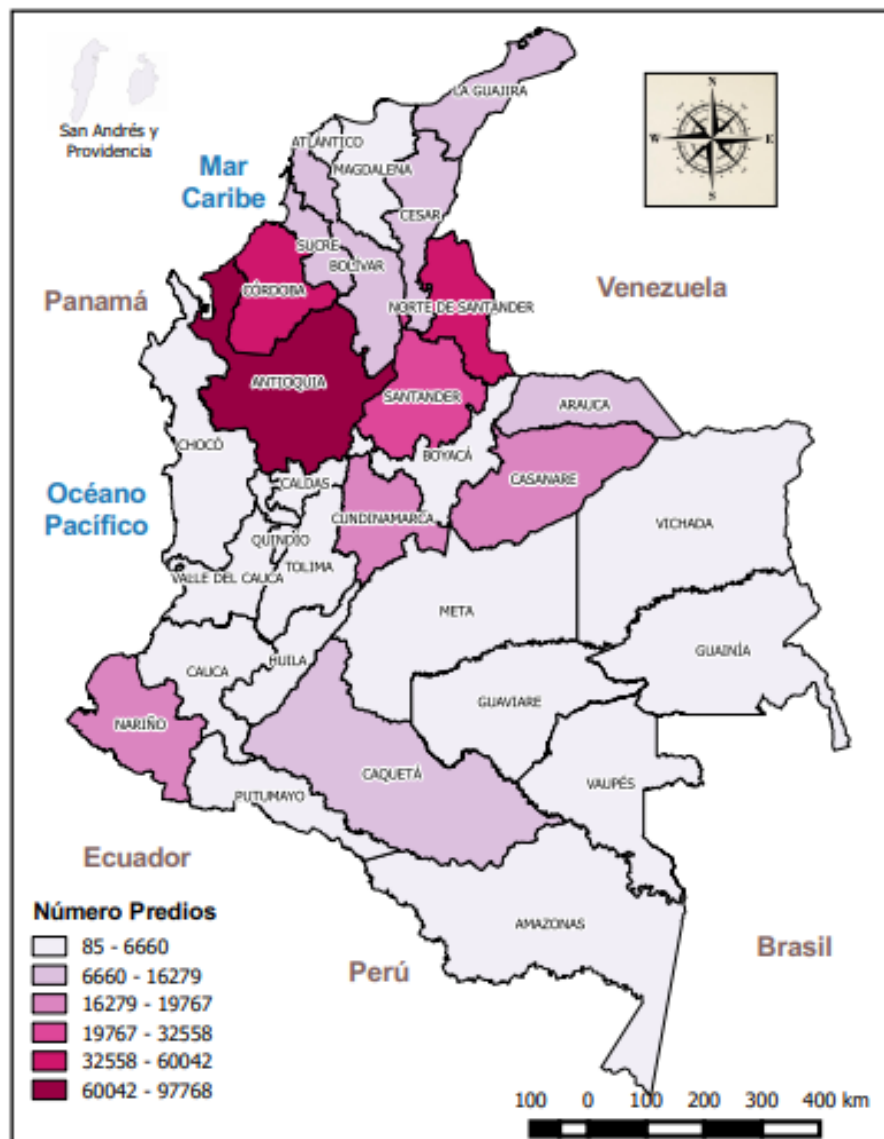
United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. (2009). *UNESCO*. Obtenido de New report highlights crucial role of water in development: [http://www.unesco.org/new/en/media-services/single-view/news/new\\_report\\_highlights\\_crucial\\_role\\_of\\_water\\_in\\_development/](http://www.unesco.org/new/en/media-services/single-view/news/new_report_highlights_crucial_role_of_water_in_development/)

- Universidad Politécnica de Cataluña. (2011). *Revista Internacional de Sostenibilidad, Tecnología y Humanismo*. Recuperado el 2017, de Cátedra UNESCO de Sostenibilidad :  
<http://www.huellahidrica.org/Reports/Articulo%20Huella%20Hidrica%20Colombia%20publicado.pdf>
- Water Footprint Network. (s.f.). *Manual para la evaluación de la Huella Hídrica* . Recuperado el 2017, de Water Footprint:  
<http://waterfootprint.org/media/downloads/ManualEvaluacionHH.pdf>
- Zimmer, D. (2013). *Ressource de l'enseignement agricole, pour une gestion durable de la ressource en eau*. Obtenido de l'empreinte eau, les faces cachées d'une ressource vitale: [https://www.reseau-eau.educagri.fr/files/fichierRessource1\\_EmpreinteEau\\_edCLM.pdf](https://www.reseau-eau.educagri.fr/files/fichierRessource1_EmpreinteEau_edCLM.pdf)

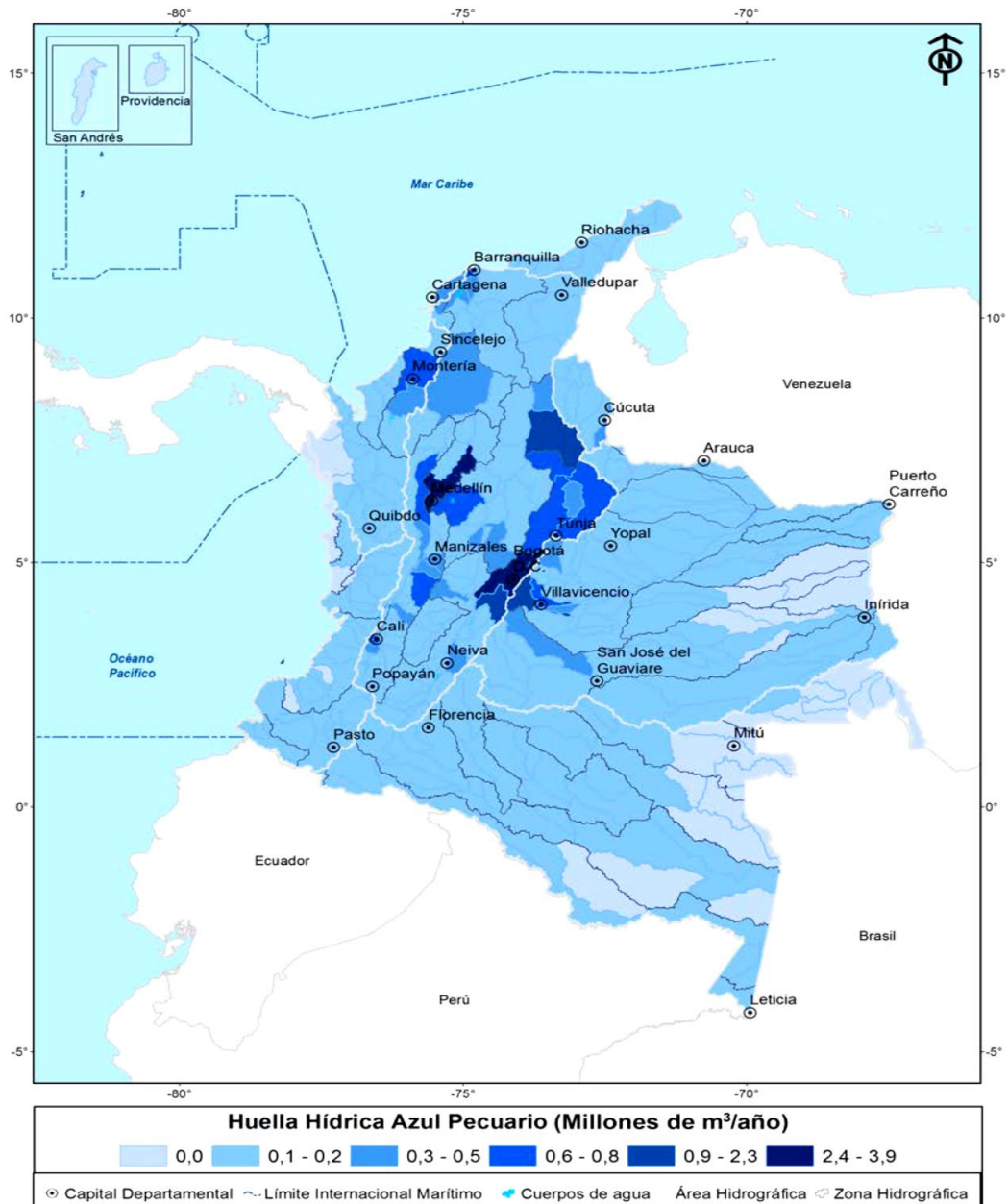
## Anexo A. Mapa 1. Distribución de aves en Colombia 2018.



## Anexo B. Mapa 2. Distribución predios avícolas en Colombia.



### Anexo C. Mapa 3. Distribución espacial de la huella hídrica azul anual del sector pecuario en Colombia.



## Anexo A. Mapa 4. Distribución espacial de la huella hídrica verde anual del sector agropecuario en Colombia.

