

# Diseño de tratamiento de un efluente proveniente del beneficio de la industria avícola

## Treatment design of an effluent from the poultry benefit industry

RODRIGO CÁCERES ESCORCIA<sup>1</sup> - JAIRO ALBERTO ROMERO ROJAS<sup>2</sup>

1. Magister en Ingeniería Civil con énfasis en Recursos Hidráulicos y Medioambiente.

2. Ingeniero civil. MEEE. Profesor titular de la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito.

rcaceres@iaguas.com - jairo.romero@escuelaing.edu.co

Recibido: 12/02/2018 Aceptado: 21/03/2018

Disponible en [http://www.escuelaing.edu.co/es/publicaciones\\_revista](http://www.escuelaing.edu.co/es/publicaciones_revista)  
<http://revistas.escuelaing.edu.co/index.php/reci>

### Resumen

En el presente artículo se propone un sistema de tratamiento y se expone su diseño conceptual para la industria de beneficio de aves de corral, que les permita cumplir con la Resolución 631 de 2015, así como disminuir el caudal de vertimiento, implementando prácticas de recirculación, reúso y reducción de consumo de agua utilizada en el proceso productivo. Lo anterior se logra mediante la medición de consumos de agua de toda la planta, identificando y evaluando los puntos de mayor consumo y su potencial de reúso y recirculación sin reacondicionamiento, respetando las leyes de higiene para la industria de alimentos.

**Palabras claves:** avícola, planta de sacrificio de aves, PTAR, DAF, reúso de agua.

### Abstract

The present work aims to propose a treatment system and to expose its conceptual design for the poultry benefit industry, which allows them to comply with legislation 631 of 2015, as well as to reduce the flow of dumping, implementing practices of recirculation, reuse and reduction of water consumption used in the production process. This is achieved by measuring the water consumption of the entire plant, identifying and evaluating the points of greatest consumption and its potential for reuse and recirculation without reconditioning, respecting hygiene laws for the food industry.

**Keywords:** poultry, bird slaughtering plant, WWTP, DAF, water reuse.

## INTRODUCCIÓN

La industria avícola colombiana se ha consolidado en los últimos años como uno de los subsectores más importantes de la economía nacional. El producto interno bruto (PIB) avícola representa el 0,23 % del PIB nacional y aproximadamente el 12 % del PIB agropecuario.

El sector ha venido registrando un importante crecimiento dentro de la economía nacional, hasta el punto de que en el 2016 la producción de pollo presentó un crecimiento del 4,8 % y alcanzó los 1,4 millones de toneladas. El consumo per cápita de pollo es de 32 kg/hab./año. Ha tenido un continuo crecimiento, pasando de aportar el 7,0 % de la producción total de carnes de res, cerdo y pollo en 1961 al 50,4 % en 2015, siendo hoy una de las principales fuentes de proteínas de los colombianos. Las regiones con más plantas de beneficio son región centro, Santander, Valle y Antioquia.

Teniendo en cuenta el fuerte crecimiento del consumo de carne de pollo, cada vez se incrementa más la capacidad de producción de las plantas de beneficio y, por lo tanto, aumentan la demanda de agua y las descargas de aguas residuales a las fuentes hídricas; de ahí la importancia de diseñar sistemas de tratamiento adecuados y establecer políticas de uso eficiente del agua dentro del mismo proceso productivo.

El agua residual de esta industria se caracteriza por contener altas cargas de sólidos suspendidos, grasas y aceites, nitrógeno, fósforo,  $DBO_5$  y DQO, las cuales son grandes contaminantes, motivo por el cual es vital el diseño de sistemas de tratamientos de aguas que permitan cumplir con la legislación ambiental vigente e implementar sistemas de reúso y recirculación de agua dentro del proceso de sacrificio.

## OBJETIVOS

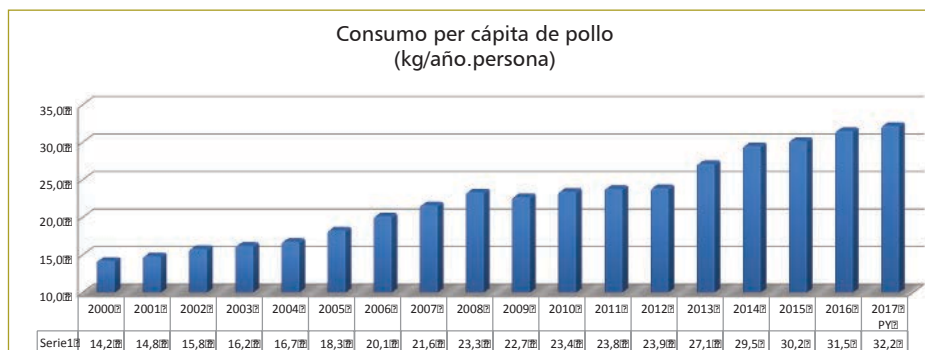
- Proponer un diseño conceptual para un sistema de tratamiento enfocado en cumplir con la Resolución 0631 de 2015, para el vertimiento del beneficio de aves de corral.
- Disminuir el caudal vertido después del proceso de beneficio
- Buscar la optimización de cada etapa del proceso productivo.

## RESULTADOS

Antes de empezar a evaluar un diseño de tratamiento para los efluentes de una planta de sacrificio de pollo, es importante conocer su proceso de faenamiento y sus indicadores de consumos de agua, e identificar las posibles líneas de reúso, con el fin de enviar la menor cantidad de agua residual hacia la PTAR, contribuyendo a optimizar costos en los tratamientos, reducir los consumos per cápita de agua por pollo faenado y disminuir de esta manera el impacto ambiental por las descargas de aguas, que aunque tratadas todavía contienen cargas de materias orgánicas que contaminan las fuentes de agua. Para hacer el diseño debe comenzarse por evaluar la causa y no solamente la consecuencia.

## ETAPAS DEL PROCESO PRODUCTIVO

Las plantas de beneficio cumplen la función de recibir el ave en pie y entregar carne en canal o despresada. Las aves que se ahogan durante el transporte se desnaturalizan mediante una picadora y se envían a la planta de harinas de carne, junto con la víscera blanca del pollo. Los pollos vivos llegan a la planta en camiones de carrocería tipo estacas, con capacidad para 2700 aves cada uno.



El beneficio de aves se realiza en diez grandes procesos:

1. Recepción de aves vivas
2. Colgado, matanza y desangrado
3. Escaldado y pelado
4. Evisceración
5. Preenfriamiento (prechiller)
6. Enfriamiento de canales (chiller)
7. Desprese
8. Selección
9. Almacenamiento
10. Despacho

### DIAGNÓSTICO Y OPTIMIZACIÓN DE CADA PROCESO

Toda planta deberá orientarse al uso eficiente del agua, trabajando en tres aspectos:

- Recirculación
- Reúso
- Reducción del consumo

Los puntos asociados con el mayor consumo de agua son:

- Preenfriamiento de menudencias
- Lavado de canales antes del prechiller
- Transporte de menudencia, cuellos y pies

Después de minimizar la utilización de agua, la acción más importante es la evaluación de recirculación y reúso del agua residual sin reacondicionamiento o tratamiento (reúso directo).

El reúso directo puede hacerse en proceso sin contacto directo con el producto, en usos no potables tales como torre de enfriamiento, lavado de baños o riego alrededor de la planta; de esta manera, puede haber un ahorro de agua potable. De acuerdo con el balance de agua realizado, la posibilidad de recirculación o reúso del agua residual, directa o indirectamente, debe evaluarse física, química y microbiológicamente.

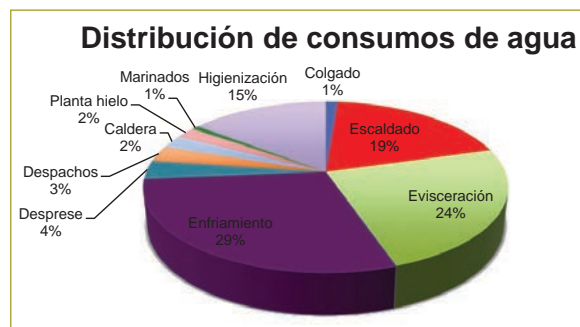
### Consumos de aguas utilizadas

Los consumos porcentuales de agua en una planta avícola se muestran en la siguiente tabla (tabla 1).

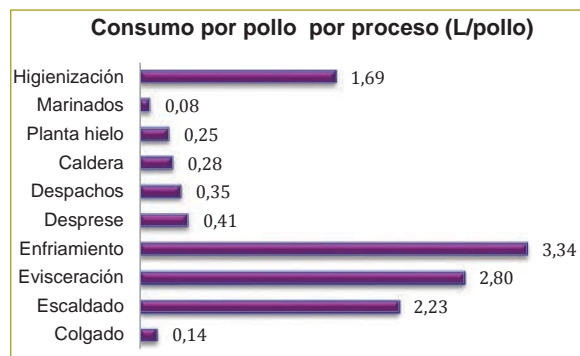
Tabla 1

Indicador	Valor (%)
Proceso de sacrificio	83
Proceso de Higienización	14,6
Caldera	2,4

Las etapas del proceso de pollos que consumen mayores volúmenes de agua son evisceración (24 %), enfriamiento (29 %), higienización (15 %) y escaldado (19 %), debido al enjuague y limpieza constantes de los equipos e instalaciones. El propósito de este enjuague es prevenir la acumulación de residuos en el piso y equipos. La remoción de la víscera, realizada por evisceración, muestra un gran consumo de agua y generación de aguas residuales con altas concentraciones de materia orgánica, grasas y aceites, nitrógeno y fósforo, que se derivan de las grasas y la sangre para unir el efluente a través del contacto con la carne interior, el sobrante y la piel.



A renglón seguido se muestra el consumo de agua por cada etapa del proceso, expresado en litros por pollo.



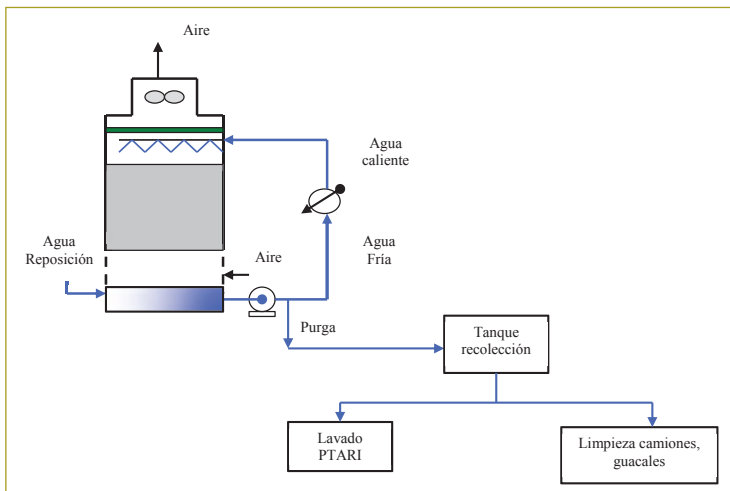
Dependiendo del tamaño de la planta y el nivel de automatización, tanto para el proceso de los pollos como para la higienización que se tenga, el consumo de

agua debe ser de 8 L/pollo, en promedio, de acuerdo con el programa de mejores prácticas en tecnología ambiental en el Reino Unido.

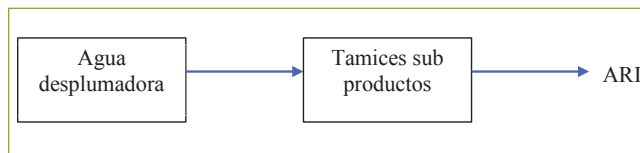
El agua producto de los procesos de lavado puede reutilizarse en otros que requieran una calidad menor de este líquido, como sucede en el enfriamiento, el transporte de materiales o en procesos de lavado.

### Procesos de reúso de agua

1. Agua de condensadores evaporativos, que se destina para el lavado de camiones, guacales y limpieza de la PTAR.

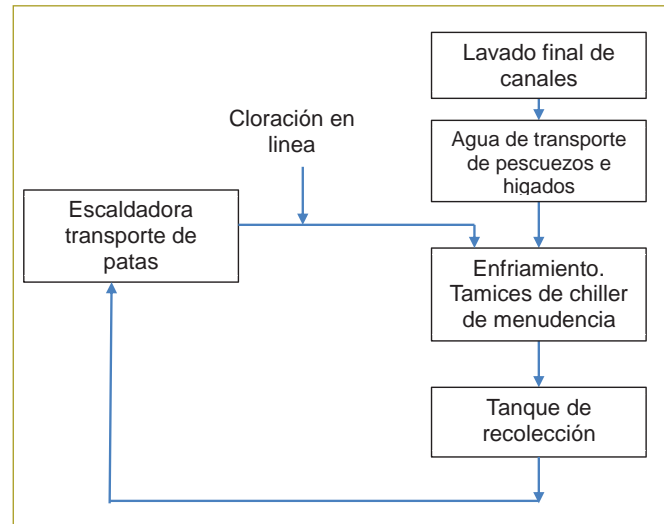


2. Agua desplumadora, para transporte de pluma a planta de subproductos.



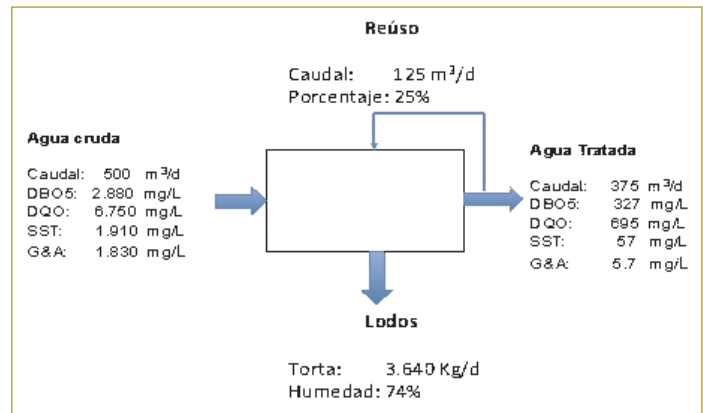
- Agua desplumadora, para refrigeración de dedos.
- Agua de evisceración, para escaldado de patas, pelado y transporte.
- Lavado final de canales (pollo), para transporte de pescuezo e hígados.

### Circuito de reúso de agua de lavado final de canales



### BALANCE GLOBAL DE AGUA

En el balance de agua se muestran claramente los consumos de agua, la carga contaminante y la producción de lodo, el cual es un subproducto para la fabricación de harina de carne animal, los porcentajes de reúso y la calidad final del agua. Este es un ejemplo típico de una planta de sacrificio de pollos.



### CARACTERIZACIÓN DEL AGUA RESIDUAL INDUSTRIAL

De los componentes usualmente encontrados en estos efluentes, la sangre es considerada como la más problemática por su capacidad para inhibir la formación de flocs durante el proceso fisicoquímico en el tratamiento del agua residual y por su alto aporte de materia orgánica, expresada como DBO₅. El procesamiento de pollos genera alrededor de 0,5 L de sangre y 21 g de grasa por ave. También contiene elevadas concentraciones

de nitrógeno y fósforo derivado de la grasa, sangre, residuos de carne y piel (tabla 2).

**Tabla 2**

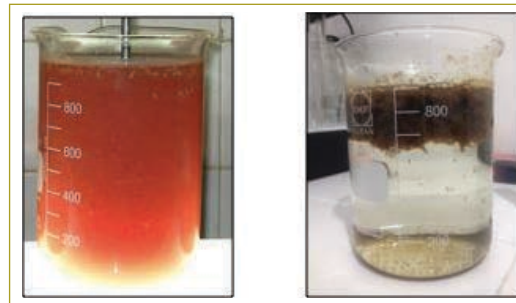
Parámetro	Unidades	Cruda	Tratada	Remoción (%)
pH	Unidades	7,1	6,37	N.A.
Aceites y grasas	mg/L	1830	5,7	99,6
DBO <sub>5</sub>	mg/L-O <sub>2</sub>	2880	327	88,6
DQO	mg/L-O <sub>2</sub>	6750	695	89,7
SAAM	mg/L	0,8	0,58	27,5
SST	mg/L	1910	57	97,0
Cloruros	mg/L		779	250
Sulfatos	mg/L		123	250
Nitratos	mg/L		0,3	Análisis y reporte
Nitritos	mg/L		0,024	Análisis y reporte
Fósforo	mg/L		1,7	Análisis y reporte

Los porcentajes de remoción son altos en los procesos primarios de tratamiento, pero parámetros como DQO y DBO<sub>5</sub> no cumplirían la Resolución 631 de 2015, que exige 650 y 300 mg/L, respectivamente; para lograrlo, es necesario complementar los sistemas de tratamientos actuales con sistemas biológicos, de los cuales existen muchas tecnologías.

### SISTEMA DE TRATAMIENTO PROPUESTO PARA AGUA RESIDUAL INDUSTRIAL

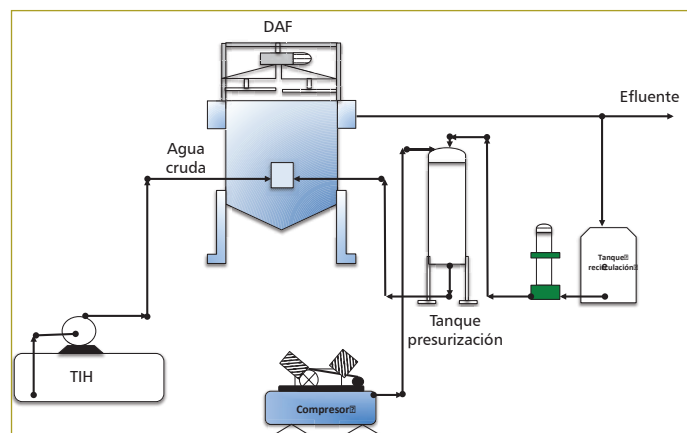
Las plantas de beneficio cuentan con sistemas de tratamiento de aguas residuales conformados por pre-tratamiento (tamices, trampas de grasas y tanque de igualación) y tratamiento primario (fisicoquímico). En los sistemas primarios muchas empresas cometen el error de instalar equipos sedimentadores, cuando por la misma naturaleza del lodo, por su alto contenido de grasa, es más fácil flotar que sedimentar. Son sistemas que generan arrastre de flocs e incumplimiento con la normatividad ambiental. Por nuestra experiencia hemos encontrado que los sistemas de flotación por aire disuelto (FAD) ofrece mejores resultados tales como, producción de lodo mas espeso, disminución de malos olores por la inyección de aire, aguas mejores clarificadas, remociones de sólidos suspendidos y grasas superiores al 90 %. También alcanzan remociones de

DQO entre el 60 y 85 %. Es muy importante seleccionar el coagulante adecuado para tratar este tipo de aguas. Productos como cloruro férrico (FeCl<sub>3</sub>) son los que mejores resultados han logrado, acompañados de un buen polímero floculante aniónico, como se puede apreciar en las fotos siguientes.



Un sistema DAF está compuesto por:

- Tanque de flotación
- Tanque de presurización
- Compresor
- Bomba de recirculación



Las claves de un buen funcionamiento del sistema DAF son:

- Lograr una excelente coagulación y floculación, mediante la adición adecuada de cloruro férrico y polímero aniónico de alto peso molecular (FeCl<sub>3</sub>: 300 mg/L y polímero: 2 mg/L).
- La formación de microburbujas en el tanque de presurización.

Para tener una mezcla exitosa del agua con el aire, se deben cumplir las siguientes claves:



- Mantener presión en el tanque de presurización entre 70 - 80 PSI.
- Recircular entre el 30 - 50 % del agua residual tratada.
- Mantener la interfase aire/agua en la mitad del vidrio nivel.
- Observar la formación de microburbujas como aparece en la botella.



Cuando la flotación de sólidos es bien ejecutada, el lodo sobre la superficie se separa del agua a través de un barredor. Este lodo es recolectado en un tanque para su acondicionamiento,

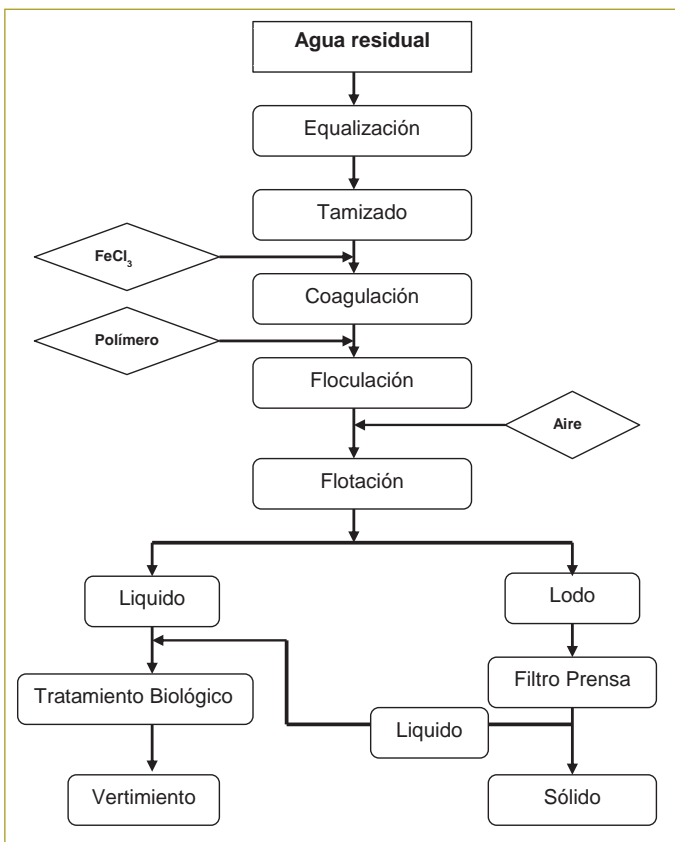
adicionándole poliácridamida catiónica, y luego se bombea a un equipo de deshidratación como es el filtro prensa. El lodo deshidratado es almacenado y utilizado como subproducto para la fabricación de alimento para animales, especialmente en el segmento de mascotas.

A pesar de alcanzar una excelente remoción de grasas y sólidos suspendidos, la DQO y DBO<sub>5</sub> aún estarían incumpliendo la normativa ambiental, por lo que se hace necesario complementar la PTAR con un sistema secundario biológico de lodos activados

Si se desea realizar un proyecto de reúso, se recomienda implementar un tratamiento terciario para el efluente del tratamiento secundario, utilizando procesos de ultrafiltración.

### CONCLUSIONES

- Se identificaron las áreas de mayor consumo de agua: evisceración (24 %), escaldado (19 %), enfriamiento (29 %) e higienización (15 %) hacen el 87 % del consumo de agua de toda la planta.
- Actualmente, muchas compañías está reutilizando el 24 % de agua, pero pueden llegar al 35 % de reducción de agua por reúso; alcanzando el 35 % de reducción de consumo de agua potable en el proceso de beneficio, podrían llegar a tener un consumo per cápita de 8 L/ave.
- No es la cantidad de agua que se utilice, sino la presión apropiada la que garantiza que los pollos se mantengan limpios durante el faenamiento. El uso de boquillas atomizadoras es muy apropiado, su consumo es muy bajo (alrededor de 0,25 L/ave) y su efectividad es muy alta.
- Es vital recoger todo el material sólido (materia fecal, plumas, sangre coagulada, etc.), antes de lavar y no convertir el chorro de agua en escoba.
- Sistemas de flotación por aire disuelto (FAD) son mucho más eficientes que los clarificadores por sedimentación como tratamiento primario en aguas residuales provenientes del sacrificio de pollos.
- No es suficiente con tener sistemas primarios como FAD para tratar el agua residual, por lo que se requiere implementar sistemas secundarios biológicos para cumplir con la nueva normativa ambiental, la Resolución 631 de 2015.
- Sistemas biológicos como el MBR, que tiene un sistema de ultrafiltración incorporado, permiten lograr altísima calidad de agua que facilita el reúso del agua en procesos como caldera, enfriamiento y lavado de zonas sucias.



## REFERENCIAS

- Avula, R., Nelson, H.M. & Singh, R.K. (2009). Review recycling of poultry process wastewater by ultrafiltration. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 10-18.
- Barbut, S.. *The science of poultry and meat processing*. Chapter 18. Waste treatment and by products. Guelph: University of Guelph.
- Cruz, J. (s.f.) Etapas del proceso de faenamiento de pollos.
- De Sena, R.F., Tambosi, J.L., Genena, A.K., Moreira, R. de F.P.M., Schröder, H.Fr. & José, H.J. (2009). Treatment of meat industry wastewater using dissolved air flotation and advanced oxidation processes monitored by GC-MS and LC-MS. *Chemical Engineering Journal*, 151-157.
- El sitio avícola (2014). Uso eficiente del agua en plantas de faenamiento.
- Environmental Technology Best Practice Programme (2000). Reducing Water and Effluent Costs in Poultry Meat Processing. Guide GG233.
- Fenavi (2016). *Guía ambiental para el subsector avícola*. Colombia.
- Hespanol Helena (2005). *Manual de conservación y reúso de agua en la industria*.
- Matsumura, E., Mierzwa, J.C. (2008). Review- Water conservation and reuse in poultry processing plant- A case study. *Resources, conservation and recycling* 38-355-345.
- Ministerio de Agricultura (2016). *Indicadores del sector avícola*. Colombia.
- Moreira, R., Andersen, S. & Genena, A. (s.f.) Water and wastewater management and biomass to energy conversion in a meat processing plant in Brazil. A case study.