

Seguimiento Y Control De Calidad Al Agua De Bebida Y Producción Avícola

Dorian Andrés Galvis Dávila

ID: 000348742

Universidad Pontificia Bolivariana - Seccional Bucaramanga

Escuela de Ingeniería

Facultad de Ingeniería Ambiental

Bucaramanga

2022

Seguimiento Y Control De Calidad Al Agua De Bebida Y Producción Avícola

Dorian Andrés Galvis Dávila

ID: 000348742

Informe de Práctica

Empresa:

PORFENC DE COLOMBIA SAS

Universidad Pontificia Bolivariana - Seccional Bucaramanga

Escuela de Ingeniería

Facultad de Ingeniería Ambiental

Bucaramanga

2022

NOTA DE ACEPTACIÓN

FIRMA DEL PRESIDENTE DEL JURADO

FIRMA DEL JURADO

FIRMA DEL JURADO

Bucaramanga, Enero del 2022

Contenido

1. Introducción – Justificación	7
2. Alcance	11
3. Objetivos.....	12
3.1 Objetivo General	12
3.2 Objetivos Específicos.....	12
4. Marco Teórico.....	13
4.1 Ciclo de Vida del Pollo de Engorde	13
4.2 Ciclo de Vida del Pollo Ponedor de Huevo Comercial.....	13
4.3 Seguridad Alimentaria.....	14
4.4 Introducción Acidificación del Agua en el Sector Avícola.....	15
4.5 Estudio de Caso: Comparación Acidificantes.....	16
4.6 Tratamiento de Agua Potable Sector Avícola.....	19
4.6.1 Aclaración	19
4.6.2 Filtración	22
4.6.3 Acidificación.....	24
4.6.4 Cloración.....	26

5. Metodología	30
6. Desarrollo de Actividades Propuestas	33
7. Cronograma.....	56
8. Bibliografía	57

Lista de Figuras

<i>Figura 1.</i> Clasificación departamental del PIB avícola. 2014.	7
<i>Figura 2.</i> PIB avícola municipal de 2013 en millones de pesos de 2005.	8
<i>Figura 3.</i> Participación del PIB avícola en el PIB municipal 2013.	9
<i>Figura 4.</i> Ganancia de peso de pollos día 14.	17
<i>Figura 5.</i> Mortalidad día 14.	18
<i>Figura 6.</i> Test de Jarras	20
<i>Figura 7.</i> Proceso de aclaración del agua.	21
<i>Figura 8.</i> Tratamiento de agua en un solo tanque.	22
<i>Figura 9.</i> Filtros de arena convencionales.	23
<i>Figura 10.</i> Ocurrencia de generación ácido hipocloroso.	25
<i>Figura 11.</i> Bebedero tipo campana.	29
<i>Figura 12.</i> Monitoreo de parámetros en planta de beneficio.	33
<i>Figura 13.</i> Comparación pollo bueno vs pollo malo en planta.	34
<i>Figura 14.</i> Sitio de dosificación manual de AFG.	36
<i>Figura 15.</i> Punto óptimo para instalación de bomba dosificadora AFG.	37
<i>Figura 16.</i> Calibración de pHmetros.	38
<i>Figura 17.</i> Transporte de muestras de agua a laboratorio.	39
<i>Figura 18.</i> Ejemplo de esquema de tratamiento de agua potable en granja.	41

<i>Figura 19. Comportamiento de condiciones fisicoquímicas, ejemplo.</i>	44
---	----

Lista de Tablas

Tabla 1. <i>Beneficio de la cloración del agua en las aves.</i>	26
Tabla 2. <i>Relación del cloro y bacterias.</i>	27
Tabla 3. <i>Parámetros químicos que tienen consecuencias económicas y en la salud.</i>	28
Tabla 4. <i>Características y condiciones fisicoquímicas, ejemplo.</i>	43
Tabla 5. <i>Hallazgos y plan de mejora, ejemplo.</i>	45
Tabla 6. <i>Aplicación AFG.</i>	48
Tabla 7. <i>Metodología dosis AFG.</i>	49
Tabla 8. <i>Ejemplo 1 visita de seguimiento.</i>	52
Tabla 9. <i>Ejemplo 2 visita de seguimiento.</i>	52
Tabla 10. <i>Ejemplo 3 visita de seguimiento.</i>	54



RESUMEN GENERAL DE TRABAJO DE GRADO

TITULO:	SEGUIMIENTO Y CONTROL DE CALIDAD AL AGUA DE BEBIDA Y PRODUCCIÓN AVÍCOLA
AUTOR(ES):	Dorian Andrés Galvis Dávila
PROGRAMA:	Facultad de Ingeniería Ambiental
DIRECTOR(A):	Angélica María Muskus Morales

RESUMEN

El trabajo a continuación trata a cerca de la practica empresarial desarrollada en la empresa Porfenc de Colombia, su linea de aprendizaje está centrado en el agua. Actualmente, las empresas avícolas en Colombia están empezando a poner mas atención al manejo de sus aguas potables, pues es un factor que sus gerentes o encargados desconocen, la mayoría de estas personas son veterinarios y en su aprendizaje profesional no obtienen los conocimientos relacionados con el tratamiento de agua potable, es por esto que la figura de ingeniero ambiental cobra importancia para el sector, así mismo como lo fue para esta practica. Hace pocos años a Colombia llegó el concepto de la acidificación del agua en el sector avícola, el cual cobró mayor importancia cuando los productores vieron que este proceso controlaba enfermedades comunes en las aves como la salmonella. E. Coli y Pasteurella, causadas por estos microorganismos presentes en el agua, es así como la empresa Porfenc se volvió distribuidor de un producto acidificante llamado AFG, que además adoptó un programa de saneamiento de agua que consiste en acompañar y asesorar a sus clientes con técnicas de tratamiento de agua potable indispensables para el buen funcionamiento del AFG, este programa es asesorado por ingenieros ambientales. En este trabajo se encuentra las actividades llevadas acabo bajo el desarrollo de la practica, como explicaciones de conceptos técnicos en el ámbito veterinario y ambiental.

PALABRAS CLAVE:

acidificación, microorganismos, agua, aves.

Vº Bº DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO



GENERAL SUMMARY OF WORK OF GRADE

TITLE: MONITORING AND QUALITY CONTROL OF DRINKING WATER AND POULTRY PRODUCTION

AUTHOR(S): Dorian Andrés Galvis Dávila

FACULTY: Facultad de Ingeniería Ambiental

DIRECTOR: Angélica Maria Muskus Morales

ABSTRACT

The work below deals with the business practice developed in the company Porfenc in Colombia, its learning line is centered on water. Currently, poultry companies in Colombia are starting to pay more attention to the management of their drinking water, because it is a factor that their managers don't know, the most of these people are veterinarians and in their apprenticeship don't get the knowledge related to the treatment of drinking water, that is why the figure of environmental engineer gains importance for the sector, as well as for this practice. A few years ago Colombia came the concept of acidification of water in the poultry sector, which became more important when producers saw that this process controlled common diseases in birds such as salmonella, E. Coli and Pasteurella, caused by these microorganisms present in the water, that is how the company Porfenc became a distributor of a product acidifying agent called AFG, which also adopted a water sanitation programme consisting of accompanying and advise their customers with drinking water treatment techniques essential for the proper functioning of the AFG, this program is advised by environmental engineers. In this work you will find the activities carried out to under the development of the practice, as explanations of technical concepts in the veterinary and environmental field.

KEYWORDS:

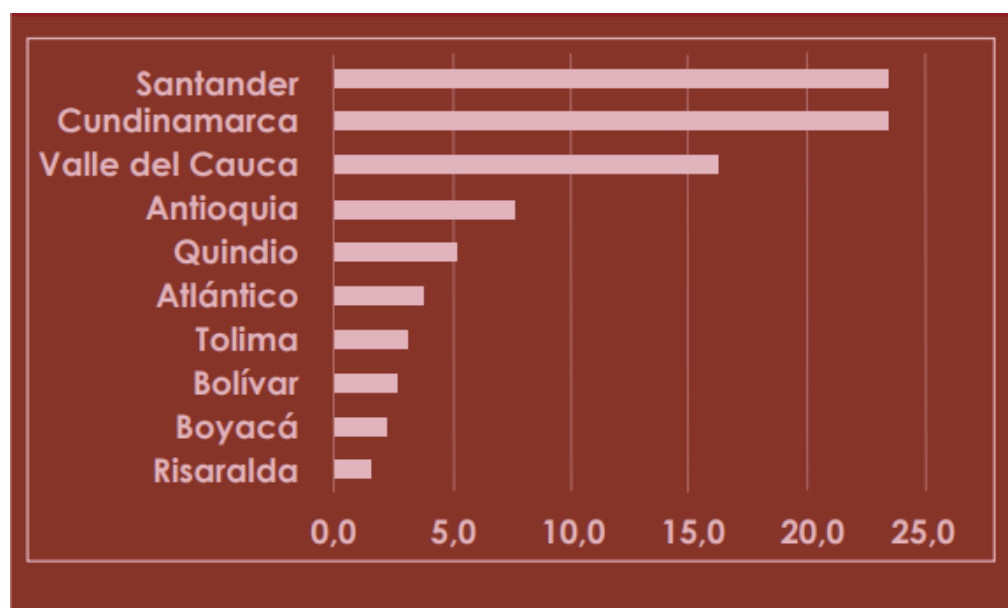
acidification, microorganisms, water, birds.

Vº Bº DIRECTOR OF GRADUATE WORK

1. Introducción – Justificación

El departamento de Santander, de acuerdo con la estimación del producto interno bruto sectorial para el año 2014, a nivel nacional, la producción avícola es liderado por este departamento, seguido por Cundinamarca, valle del cauca y Antioquía. La participación de Santander alcanzó el 23,5% del PIB avícola, Cundinamarca el 23,3%, como se muestra en la **Figura 1**.

Figura 1. Clasificación departamental del PIB avícola. 2014.

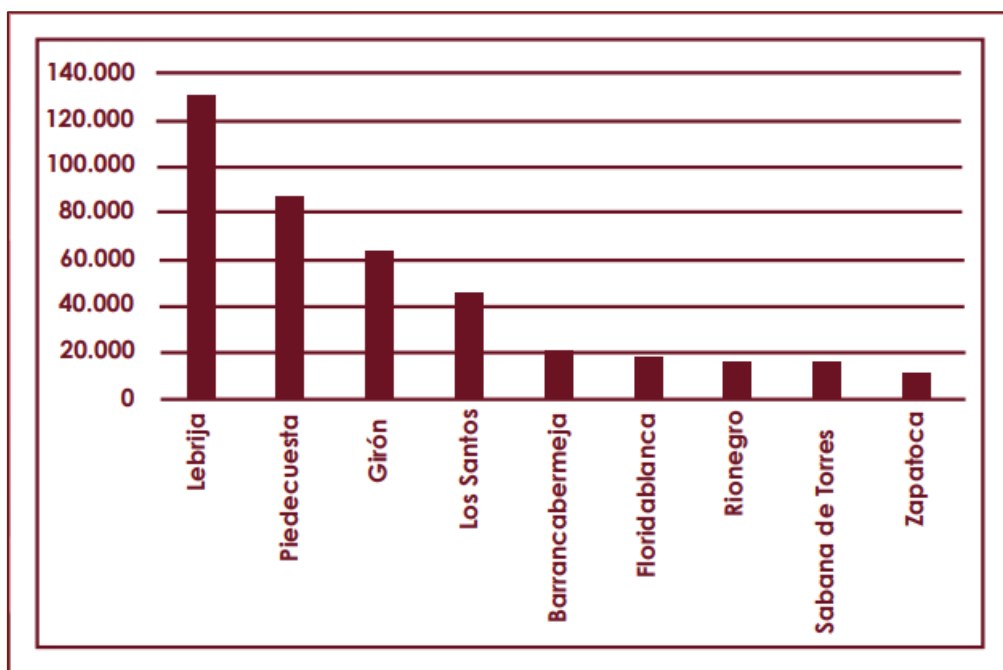


Fuente: Nota. De “*Caracterización Económica del Sector Avícola en el Departamento de Santander,*” de FENAVI, 2018 (<https://fenavi.org/publicaciones-programa-economico/caracterizacion-economica-del-sector-avicola-en-santander/>). Derechos de autor 2018 por FENAVI.

En el año 2014, el PIB avícola nacional alcanzó un valor de 2,28 billones de pesos, en el departamento de Santander este valor fue de 535.700 millones de pesos. Para ser más específicos, por líneas de producción (ponedora o engorde), para postura el liderazgo lo tiene Cundinamarca, con el 24,6% con el valor de la producción, mientras que para Santander representa el 20,5%; ahora para pollo de engorde, el liderazgo es por Santander con el 24,1% de participación mientras que Cundinamarca el 23%.

En la **Figura 2**, se relaciona los municipios de Santander que más ingresos obtuvieron, convirtiendo al departamento en un foco de inversión del sector avícola.

Figura 2. PIB avícola municipal de 2013 en millones de pesos de 2005.



Fuente: Nota. De “*Caracterización Económica del Sector Avícola en el Departamento de Santander,*” de FENAVI, 2018 (<https://fenavi.org/publicaciones-programa->

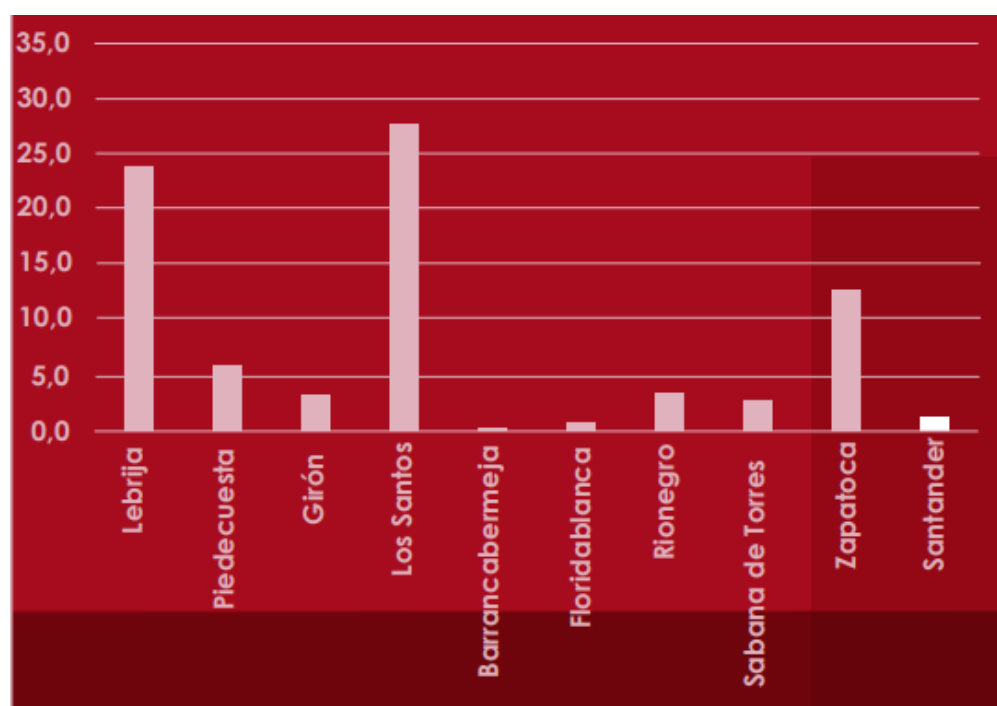
[economico/caracterizacion-economica-del-sector-avicola-en-santander/](#)). Derechos de autor 2018 por FENAVI.

Para el año 2013, Lebrija originó más de 130.000 millones de pesos anuales, seguido por Piedecuesta y demás municipios que se relacionan en la *Figura 2*.

Demuestra lo llamativo del departamento de Santander para el sector avícola, convirtiéndolo a su vez, en gran fuente de generación de empleo

A continuación, se presenta la importancia de la avicultura en la economía de cada municipio, dándose cuenta así que el sector avícola presenta mayor relevancia a nivel local que a nivel departamental, como lo presenta la *Figura 3*.

Figura 3. Participación del PIB avícola en el PIB municipal 2013.



Fuente: Nota. De “*Caracterización Económica del Sector Avícola en el Departamento de Santander,*” de FENAVI, 2018 (<https://fenavi.org/publicaciones-programa->

[economico/caracterizacion-economica-del-sector-avicola-en-santander/](#)). Derechos de autor 2018 por FENAVI.

Esta figura describe al municipio de Barrancabermeja como el municipio menos participe de este sector, mientras que los santos se relacionan más de 25% PIB avícola/PIB municipal (Federación Nacional de Avicultores de Colombia, 2018).

La empresa *Porfenc de Colombia SAS* es una empresa que lleva 7 años de haberse establecido en Colombia, nació en argentina en el año 1998, su ubicación en el país le permite en un futuro llevar sus operaciones a demás países latinoamericanos debido a su posición estratégica en el mapa, a su vez, Colombia le presenta diversas oportunidades con grandes clientes que necesitan sus productos veterinarios, entre el portafolio que maneja Porfenc se encuentran:

- Bioquina: Polifenoles Condensados con efecto antimicrobiano y anti-inflamatorio intestinal.
- Micela: Emulsionante nutricional que mejora la digestibilidad de las grasas y permite ahorros en formulación.
- Cobre tribásico: Fuente de cobre más biodisponible para nutrición animal
- AES: Extracto vegetal acidificado que mejora el desempeño en avicultura y porcicultura.
- Releaser: Complejo enzimático (proteasa, glucanasa, pectinasa, arabino-xilanasas y glucosidasas).
- Active Mos: Pared de levadura fuente de mannanoligosacáridos purificados
- HiCell: Levadura autolisada fuente de nucleótidos.

- SeleMax: Levadura fuente de selenio-metionina.
- Macrogard: Inmunomodulador fuente de betaglucanos purificados con enlaces 1,3/1,6
- Brewcell: Levadura inactiva seca a partir de sub producto de cervecería.
- NutriCell: Levadura inactiva seca a partir de caña de azúcar.

El producto estrella y por el cual se da el desarrollo de la práctica, se llama **AFG** (*bisulfato de sodio*), que tiene como objetivo sanitizar el agua de granjas y plantas de beneficio mediante un programa de acompañamiento a las granjas o plantas que adquieran el producto, lo cual ha generado que el producto sea un éxito.

Este informe abarcará lo relacionado con las actividades que se hacen para dar el debido acompañamiento a los clientes que maneja Porfenc, desde una visita de diagnóstico, hasta una visita de seguimiento, también se entenderá la importancia de un correcto tratamiento y acidificar el agua para la producción avícola y las ventajas que ofrece el producto con relación al mercado nacional.

2. Alcance

El desarrollo de esta práctica se realiza bajo la necesidad de optar al título de Ingeniero Ambiental de la Universidad Pontificia Bolivariana, a su vez, la empresa requiere el recurso humano para dar celeridad a sus procesos profesionales en torno al tratamiento de agua potable del sector avícola, los resultados esperados en el aprendizaje serán relacionados a las etapas básicas del tratamiento de agua, su metodología y casos especiales. Las condiciones de trabajo

son bajo contrato de 4 meses, acompañamiento constante por parte de la empresa y el reconocimiento de un salario mínimo al mes. Las funciones que se deben realizar son de cumplimiento de visitas de diagnóstico y visitas de seguimiento las cuales serán explicadas a lo largo de este documento, dentro de cada una de estas se brindara asesoramiento de potabilización de sus aguas a los encargados de tratar el agua (galponeros) y personal encargado de granjas (veterinarios). Para poder desarrollar esta práctica es necesario contar con unos instrumentos de medición, como pHmetro, medidores de cloro, medidores multiparametricos, medidores de turbiedad, los cuales son suministrados por la empresa; por parte del practicante se hizo necesario contar con un vehículo propio para movilizarse a lo largo de todas las granjas propiedad de los distintos clientes con los que cuenta la empresa.

3. Objetivos

3.1 Objetivo General

- Realizar el seguimiento y control de la calidad de aguas de bebida y producción avícola

3.2 Objetivos Específicos

- Controlar las cantidades de AFG para el mejoramiento de la calidad de las aguas de bebida avícola
- Mejorar los protocolos de calidad de agua para el proceso de producción avícola

4. Marco Teórico

Dentro del desarrollo de la práctica, se aprenden nuevos conocimientos relacionados con la veterinaria y zootecnia, como el ciclo de vida de los pollos de engorde y de postura de huevo comercial, que son descritos a continuación:

4.1 Ciclo de Vida del Pollo de Engorde

1. Preiniciación. La etapa que abarca los 10 primeros días del pollo, se caracteriza por exigencias en temperatura ya que debe rondar los 30°C, también en peso ya que debe ganar 4 veces su peso inicial, en esta etapa se desarrolla el sistema inmune, sistema digestivo, corazón e hígado.

2. Iniciación. Comprendido entre el día 11 a 23, en esta etapa se prepara al pollo para recibir alimento de engorde y se realiza el plan de vacunación.

3. Engorde. A partir del día 24 hasta el sacrificio que puede variar de 42-45 días del pollo, aquí el pollo se caracteriza por mayor consumo de alimento y agua, lo que conlleva ganancias de peso (Solla, 2016).

4.2 Ciclo de Vida del Pollo Ponedor de Huevo Comercial

1. Iniciación. Esta etapa va hasta la octava semana de vida, se consume alimentos altos en proteína para el desarrollo de los órganos vitales.

2. **Levante.** En esta etapa el crecimiento es gradual, por esto, se usan alimentos ricos en fibra para desarrollo esquelético muscular. Va desde la semana 9 hasta la 16.

3. **Prepostura.** Comprende desde la semana 17 hasta la producción del primer huevo. En esta etapa el ave ya tuvo que alcanzar su máxima madurez intestinal y se prepara para que produzca huevos en cantidad y de calidad mediante una adecuada alimentación rica en proteína, energía y calcio.

4. **Producción.** Esta etapa empieza a partir que el ave pone el primer huevo hasta su fase improductiva que es de 80-90 semanas, Esta etapa se divide en 3 fases: Prepico (antes del pico), fase 1 (hasta la semana 54) y fase 2 (hasta la última semana) (Acosta Paéz & Jaramillo Benavidez, 2015).

4.3 Seguridad Alimentaria

La seguridad Alimentaria se define como el conjunto de medidas tomadas para disponer de alimentos sanos dentro del territorio nacional a todos los habitantes, esto implica:

- Disponibilidad de alimentos.
- Medios para la obtención de estos.
- Alimentos suficientes, **inocuos** y nutritivos.
- Situación estable en el tiempo.

Existen diferentes medios para que un alimento deje de ser inocuo, al tratar la industria avícola estos medios representan el alimento consumido por las aves, **el agua**, infección en planta de beneficio o durante el transporte.

Aquí cobra una gran importancia de la ingeniería ambiental para garantizar inocuidad en el agua de bebida de las aves y el agua de plantas de beneficio, es por esto importante realizar un correcto tratamiento al agua y conocer las bacterias que se pueden generar de no hacerlo, a continuación, se presentarán las más predominantes en las aves:

- **Salmonella sp.** Es una bacteria causante de morbilidades mortales y tiene la capacidad de adaptarse a cambios extremos de temperatura, es por esto que a veces entran aves a planta con presencia de esta bacteria.
- **Campylobacter sp.** La principal enfermedad que se le atribuye es una fuerte diarrea bacteriana, esta bacteria crece en el tracto gastrointestinal del ave y su propagación por el galpón es rápida.
- **Escherichia coli (E coli).** Crea una enfermedad en el cuerpo humano llamada colibacilosis, este microorganismo presenta diferentes variaciones que se relacionan con los síntomas del ave, como problemas respiratorios, dificultad para moverse e inflamaciones en distintos órganos del cuerpo del ave (Acosta Paéz & Jaramillo Benavidez, 2015).

4.4 Introducción Acidificación del Agua en el Sector Avícola

A medida que el concepto de la acidificación del agua tomo más fuerza en el sector avícola, los productores empezaron a comprender su importancia basado en hechos como disminución de la mortalidad en sus galpones, todo esto con planes de disminución de su pH por debajo de 5, pero, a su vez que también tomaba fuerza también nacieron conceptos equivocados, malos manejos y malos productos que a la vez que bajaban su pH, generaba consecuencias secundarias como el aumento del biofilm (Jones-Hamilton CO, 2017).

El objetivo de la acidificación en una operación libre de antibióticos es permitir el desarrollo natural de la flora intestinal evitando infecciones agudas causadas por *clostridium* que es una bacteria anaerobia causante de la enteritis necrótica, la cual es una pesadilla para los avicultores ya que aumenta la tasa de mortalidad en los pollos de engorde en sus primeras semanas y en las gallinas ponedoras a inicios de su etapa de postura, por lo general, las aves se deshidratan y su tracto digestivo cambia de apariencia, la capacidad de daño de estas bacterias aumentan en pH 6-7; por tanto la acidificación ha sido de interés económico para el sector, ya que evita este tipo de problemas en sus galpones.

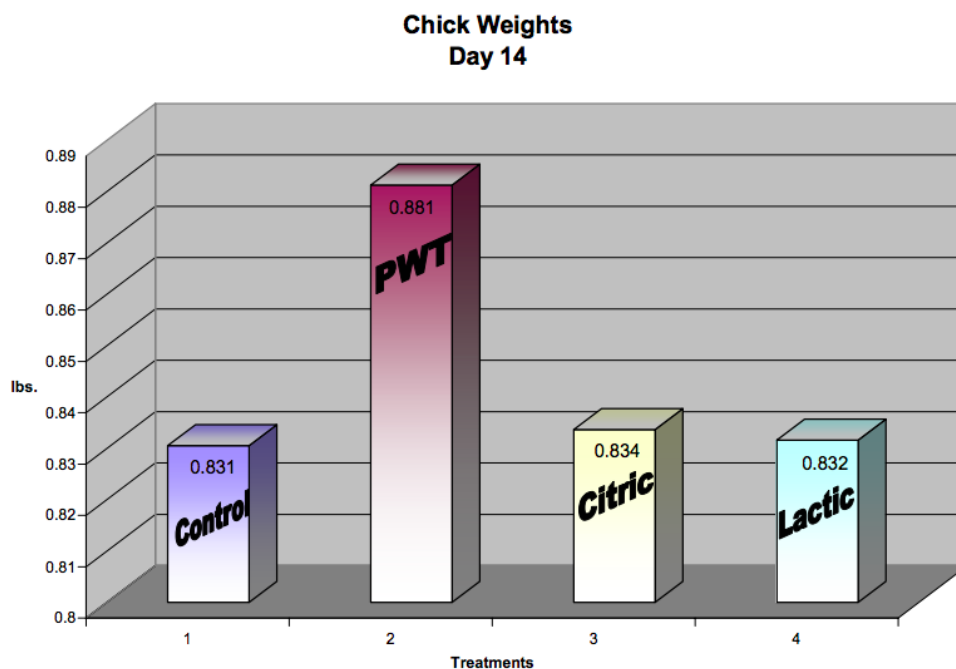
Otro de los problemas comunes que se buscan evitar acidificando el agua por debajo de 5, es la *coccidiosis* el cual es un parasito que también afecta el intestino de las aves y se reproducen cada 7 días, las aves tienden a desarrollar una inmunidad durante cierto tiempo de su ciclo de vida, la disminución del pH, le genera mayor protección a este parasito (Watkins et al., 2004).

4.5 Estudio de Caso: Comparación Acidificantes

Siguiendo con la importancia de la acidificación, se presentará un resultado mostrado en la **Figura 4** obtenido por el estudio hecho en la universidad estatal de Austin, Estados Unidos.

En este estudio, se usaron 3 acidificantes AFG (pwt), ácido cítrico y ácido láctico, además, se usaron 50 pollitos por galpón y se destinaron 600 pollitos en total para estudio, además, para el estudio del parámetro se llevó un control mediante un pH entre 7,5-8. Los resultados muestran que con AFG se obtuvo **mayor ganancia de peso** en los pollos en el día 14, edad cercana a mitad de su ciclo.

Figura 4. Ganancia de peso de pollos día 14.

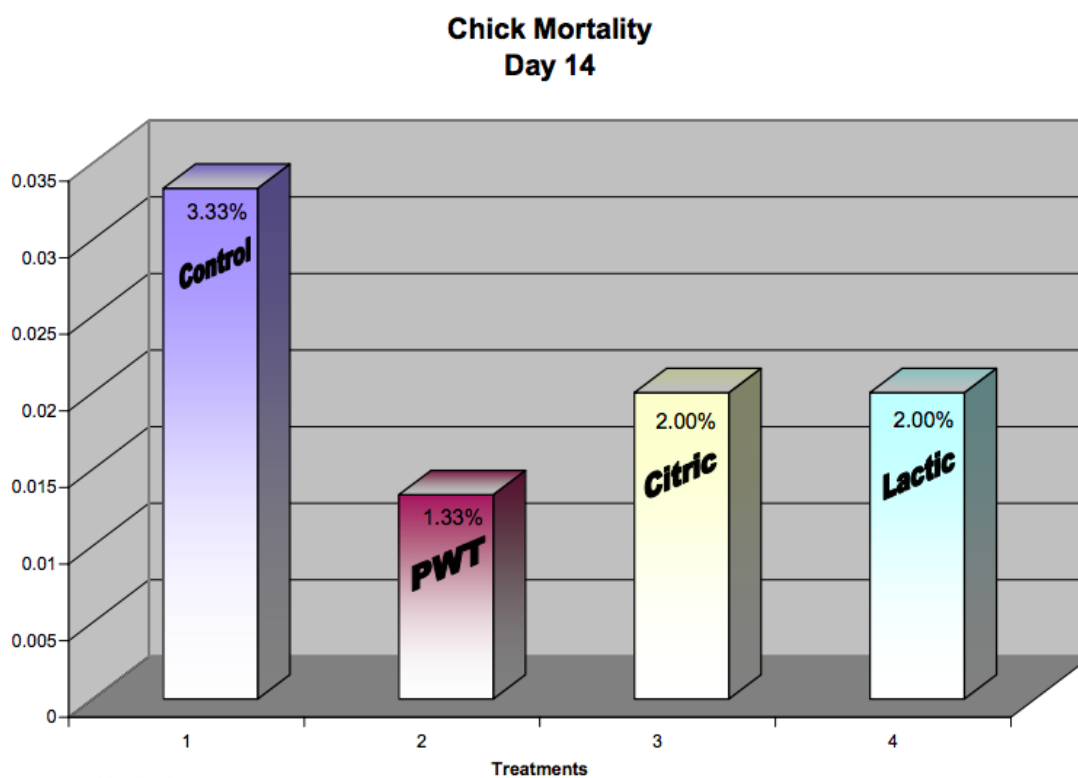


Fuente: Adaptado de “JHL 02-01 & JHL 02-02 Stephen F. Austin State University PWT,” de T. Cherry, 2002, p 12, Jones Hamilton Inc. Derechos de Autor 2002 por Jones Hamilton Inc.

En el siguiente se presentan los estudios relacionados con la mortalidad, evaluando acidificantes existentes en el mercado nacional, los resultados se muestran en la **Figura 5** a continuación.

En este caso se estudió la **mortalidad**, como se puede observar, la diferencia entre acidificantes es poca, pero se hace más grande cuando el agua toma un pH 7,5-8 y se demuestra de nuevo que los mejores resultados los obtienen usando AFG (Cherry, 2002).

Figura 5. Mortalidad día 14.



Fuente: Adaptado de “JHL 02-01 & JHL 02-02 Stephen F. Austin State University PWT,” de T. Cherry, 2002, p 22, Jones Hamilton Inc. Derechos de Autor 2002 por Jones Hamilton Inc.

La purificación del agua en el sector avícola requiere de soluciones adecuadas propias de la ingeniería ambiental, además, deben ser solucionadas con urgencia y eficacia, ya que esto se traduce en pérdidas económicas para las empresas. El objetivo de cualquier planta de tratamiento es proveer agua potable para las personas y aves presentes en las granjas, a continuación, se revisarán algunas técnicas que faciliten esto (Romero Rojas, 1999).

Por lo general, las plantas en los municipios de Santander no requieren un proceso de pretratamiento el cual consiste en un sistema de rejillas para retener grandes sólidos, incluso se pueden encontrar situaciones donde el agua no requiere proceso de aclaración que comprende coagulación, floculación y sedimentación; ya que el agua cruda posee una baja turbiedad, aunque los productores avícolas que entienden del tema y tienen estas excepciones, saben que aun así, deben contar con un sistema de aclaración puesto que las condiciones de turbiedad pueden variar por ejemplo en épocas de invierno. Las fuentes de captación del agua en estos municipios por lo general son quebradas, lagos superficiales y pozos perforados, no requieren tanto caudal ya que el consumo también es poco.

4.6 Tratamiento de Agua Potable Sector Avícola

4.6.1 Aclaración

Lo más importante de esta etapa es la correcta selección del tipo de coagulante a usar, esto se puede hacer por medio de laboratorios, consiste en un estudio continuo en un test de jarras. El mejor resultado es un coagulante que se use con poca dosificación y su tiempo de aclaración sea el menor, a continuación, en la **Figura 6** se presenta el test de jarras.

Este test consiste en tomar una muestra de agua cruda, adicionarle diferentes concentraciones de distintos coagulantes y variar las revoluciones de las paletas agitadoras, con el fin de evaluar el más óptimo, cabe mencionar que Porfenc no hace esto ya que no cuenta con los equipos.

El objetivo de la coagulación es desestabilizar las partículas coloidales para que se genere un floc, posteriormente lo que se busca es que las partículas choquen entre si y se adhieran hasta

llegar a un tamaño ideal para que se asienten con facilidad. Los coagulantes más usados en el sector, son el sulfato de aluminio tipo A y tipo B, policloruro de aluminio y Clarex.

Figura 6. Test de Jarras



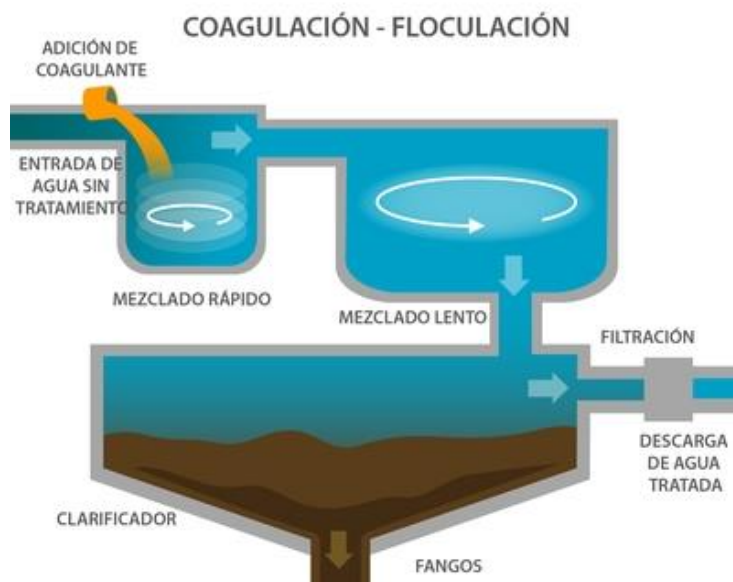
Fuente: Autor

Posteriormente al proceso de coagulación-floculación, viene la etapa de sedimentación, que consiste en disminuir la turbiedad del agua por debajo de 10 NTU para una posterior filtración adecuada, el problema más común en este proceso viene de la etapa anterior cuando no se obtienen flocs con el peso adecuado. Por lo general, en las plantas de tratamiento de agua municipales para consumo humano, este proceso se ilustra en la **Figura 7** (Moros, s.f.).

En la mayoría de casos, las plantas de tratamiento del sector avícola no cuentan con estas etapas por separado ya que se encuentran todas las etapas en un mismo sitio que es un tanque

donde se obligan a hacer lavados con gran frecuencia como se muestra en la **Figura 8**, la cual es un tanque de 30.000 litros y hacen todo el proceso de tratamiento en ese lugar.

Figura 7. Proceso de aclaración del agua.



Fuente: Adaptado de “Floculación,” de El Maquinante, 2018 (<https://elmaquinante.blogspot.com/2018/05/floculacion.html>). Derechos de autor 2018 por El maquinante.

Figura 8. Tratamiento de agua en un solo tanque.



Fuente: Autor

Como estos tanques se pueden encontrar muchos en distintas granjas, donde se hace todo el tratamiento, desde aclaración, hasta acidificación y desinfección; no es el proceso adecuado, los resultados de este efluente va de acuerdo a este sistema, es por esto que quien se encargue de asesorar estos tratamientos se deben ajustar a las necesidades y recursos de los clientes.

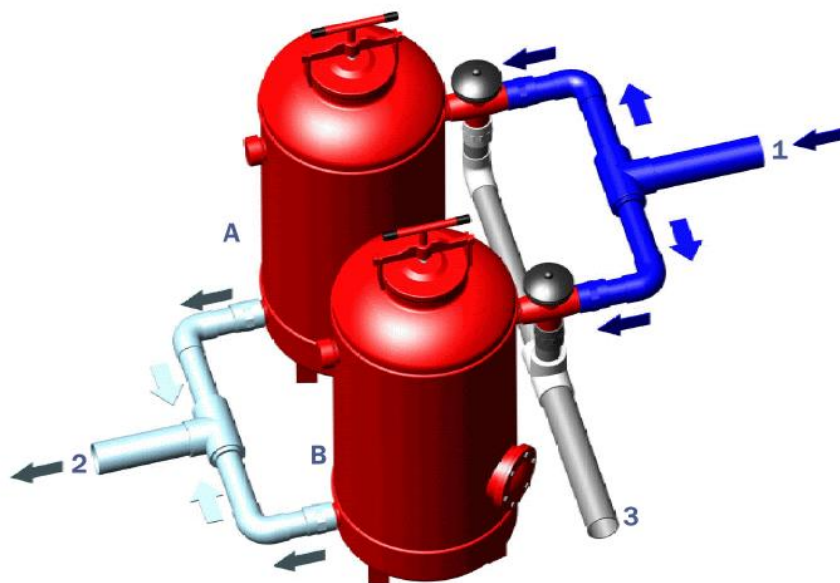
4.6.2 Filtración

Hay muchas veces que, con el proceso de aclaración del agua, su turbiedad disminuye por debajo de 3 NTU, por lo que no es necesario aplicar etapa de filtración, esto se puede observar

con frecuencia en los municipios de Santander ya que sus fuentes de captación por lo general no tienen muchas impurezas. Ahora, cuando es necesario el proceso de filtración, los productores avícolas suelen optar por la instalación de filtros de arena, pero hay que tener en cuenta ciertas características, como la altura del filtro, altura del lecho filtrante, características y granulometría de la masa filtrante, a su vez, usan filtros de carbón activado que sirven para eliminar compuestos de cloro y compuestos orgánicos, el funcionamiento de ambos filtros es el mismo, consiste en la retención de contaminantes mientras pasa el agua por un lecho filtrante, el sistema común de filtración se representa en la *Figura 9*.

Este tipo de filtración es el más usado en el sector avícola, corresponde a un filtro de arena y carbón activado, el afluente entra por la válvula, recorre los lechos filtrantes, sale de cada filtro por “A” y “B” y al final el efluente sale por el acceso 2, para los retrolavados el flujo debe ser ascendente, en este caso para este proceso se debe despresurizar uno de los filtros dejándolo expuesto a la atmósfera, de esta forma el agua asciende por el otro filtro arrastrando hacia arriba toda la suciedad a la que está expuesta la arena o el carbón, el proceso se interrumpe hasta que el agua sale totalmente limpia.

Figura 9. Filtros de arena convencionales.



Fuente: Adaptado de “Filtro de Arena,” de El Regante, 2011 (<https://fdocuments.ec/document/teoria-filtros-de-arena.html>). Derechos de autor 2011 por El Regante.

El agua de lavado sale por el ducto 3, por lo general los productores avícolas no hacen tratamiento a esta agua ya que es poca, hay casos donde hay plantas de tratamiento que suministran agua para gran cantidad de granjas donde si se hace necesario tratar este tipo de agua que presenta cierta carga orgánica y además por su cantidad es necesario hacerlo.

Los proveedores se encargan de evaluar cuál es el sistema de filtración más adecuado para el cliente según condiciones del agua como turbiedad y caudal.

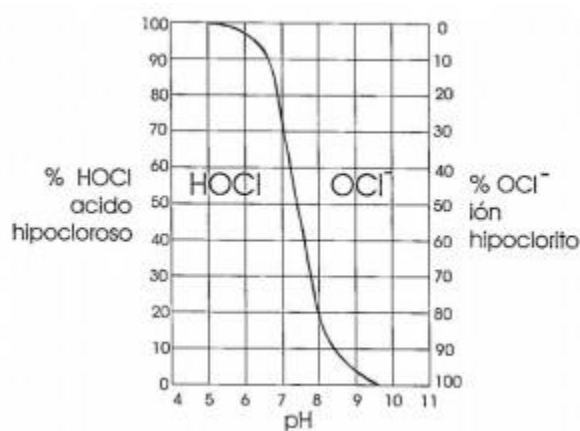
4.6.3 Acidificación

El concepto de la acidificación en el sector avícola llegó a Colombia hace pocos años y está estrechamente relacionado con el proceso de la cloración, en el agua hay distintas formas de

cloro que dependiendo del valor de su pH se va formar cloro libre o cloro combinado (Hannah Instruments, 2020).

Cuando se usa productos con cloro en el agua, se forma ácido hipocloroso, cuando el pH del agua es alto, este ácido se transforma en ion hipoclorito, el cual tiene un bajo poder como desinfectante, en cambio, cuando el pH del agua es bajo y se junta con el ácido hipocloroso se forma cloro libre, el cual es quien tiene un alto poder desinfectante, la probabilidad de ocurrencia se muestra en la **Figura 10** (Hannah Instruments, 2020).

Figura 10. Ocurrencia de generación ácido hipocloroso.



Fuente: Adaptado de “Desinfección del Cloro,” de Hannah Instruments, 2020 (<https://www.hannainst.es/blog/783/desinfeccion-del-cloro>). Derechos de autor 2020 por Hannah Instruments.

Como se puede ver en la gráfica anterior, la probabilidad de que se genere ácido hipocloroso es con pH's bajos, esto también representa un beneficio económico para los productores puesto que el consumo en insumos de cloro tiende a disminuir aplicando proceso de acidificación.

4.6.4 Cloración

Es el último paso que se hace en las etapas de tratamiento de agua potable en la producción avícola, es la etapa donde se garantiza la inocuidad del agua ya que el cloro actúa como agente desinfectante eliminando microorganismos presentes en el agua, que a su vez, actúa como oxidante y puede eliminar algunas sustancias químicas como subproductos del mismo tratamiento o provenientes de la fuente, el principal problema que afrontan los operadores, es la mala dosificación, ya que el cloro tiene la capacidad de reaccionar con materia orgánica y producir trihalometanos afectando a aves de gran ciclo y/o personas (Leal Ribeiro & Penz Junior, 2015).

Otra importante consecuencia de una adecuada cloración y se puede ver en los pollos es la relación consumo de agua/ganancia de peso que se ilustra en la **Tabla 1**.

Tabla 1. *Beneficio de la cloración del agua en las aves.*

	1 a 28 días		29 a 49 días		1 a 49 días	
	Cons. agua ml	GPeso g	Cons. agua ml	GPeso g	Cons. agua ml	Gpeso g
Sin Cl	3480 a	908	7053	1350	10526	2258
Con Cl	3317 a	918	6359	1398	9686	2316

Fuente: Nota. Consumo de agua = ml/ave/período. Ganancia de peso = g/ave/período. Adaptado de “*La importancia del agua en la nutrición de las aves,*” de A. Leal & A. Penz, 2015 (<https://vdocuments.mx/documents/agua-en-aves.html>). Derechos de autor 2015 por vDocuments.

Como se puede observar, el beneficio económico para los productores es notorio, puesto que esto demuestra que, al clorar, los pollos consumen menos agua y obtienen más peso que al no

clorar, lo que genera un interés en veterinarios que son los encargados de la producción de obtener mayores conocimientos al respecto y mejorar sus procesos de potabilización.

Como se mencionó previamente, el cloro actúa como agente desinfectante eliminando microorganismos presentes en el agua, como se muestra en la **Tabla 2** a continuación.

Tabla 2. *Relación del cloro y bacterias.*

Tiempo (horas)	Agua con Cloro	Agua sin Cloro
8	3×10^2	117×10^5
11	11×10^4	156×10^5
14	65×10^4	110×10^6
17	215×10^4	163×10^6

Fuente: Adaptado de “*La importancia del agua en la nutrición de las aves,*” de A. Leal & A. Penz, 2015 (<https://vdocuments.mx/documents/agua-en-aves.html>). Derechos de autor 2015 por vDocuments.

La presencia de bacterias tiende a disminuir a medida que el tiempo disminuye, pero el análisis más importante de esta tabla tiene que ver con la presencia de cloro, el cual disminuye drásticamente la cantidad de bacterias comparándolo con el agua que no tiene cloro.

Como última referencia al proceso de tratamiento de agua potable en el sector, se usa la **resolución 2115 del 2007**, la cual no aplica del todo para el sector puesto que se tiene en cuenta proceso de acidificación, los parámetros que en su mayoría son monitoreados por Porfenc se encuentran en la **Tabla 3**.

También se deben tener en cuenta la turbiedad, en la cual la norma admite 2 ntu o el cloro libre que la norma admite 0,3-2 mg/l, pero las mediciones de este son hechas en manguera como se muestra en la figura y es normal encontrarse valores de cloro libre entre 8-12.

Tabla 3. *Parámetros químicos que tienen consecuencias económicas y en la salud.*

Elementos y compuestos químicos que tienen implicaciones de tipo económico	Expresadas como	Valor máximo aceptable (mg/L)
Calcio	Ca	60
Alcalinidad Total	CaCO ₃	200
Cloruros	Cl ⁻	250
Aluminio	Al ³⁺	0,2
Dureza Total	CaCO ₃	300
Hierro Total	Fe	0,3
Magnesio	Mg	36
Manganeso	Mn	0,1
Molibdeno	Mo	0,07
Sulfatos	SO ₄ ²⁻	250
Zinc	Zn	3
Fosfatos	PO ₄ ³⁻	0,5

Fuente: Adaptado de “Resolución 2115 del 2007,” de FENAVI, 2018 (https://fenavi.org/wp-content/uploads/2018/05/Res_2115_220707-Calidad-Agua-Potable-1.pdf). Derechos de autor 2018 por FENAVI.

Figura 11. Bebedero tipo campana.



Fuente: Adaptado de “*Bebedero Colgante Campana Automat Aves,*” de COPELE, 2021 (<https://copele.com/es/bebederos-aves/bebedero-automatico-de-campana-para-aves.html>).

Derechos de autor 2021 por COPELE.

Como se muestra en la *Figura 11*, este bebedero es de cuidado especial, las mediciones de cloro libre por lo general arrojan valores entre 8-12 mg/l debido a que el agua al llegar al canal donde las aves pueden beber, baja drásticamente a valores entre 0,1-1mg/l esto debido a contaminación de la canal por presencia de materia orgánica propias de un galpón.

También existen otro tipo de bebederos que son de tipo niple, en este caso las aves beben el agua por goteo directamente de una manguera, en estos casos las mediciones se deben ajustar de una vez a la **resolución 2115 del 2007**.

5. Metodología

1. Controlar las cantidades de AFG para el mejoramiento de la calidad de las aguas de bebida avícola



Para realizar el cumplimiento de este objetivo se ha propuesto la metodología anterior que se hace dentro de las visitas de diagnóstico a las plantas de tratamiento de agua potable del sector avícola, para poder desarrollarla, se necesitan unas herramientas como recipientes para medir 1 litro de agua, gramera para pesar AFG, pHmetro y una jeringa para hacer una titulación, ya que

de esta forma se realiza el procedimiento para el cálculo de la dosis de AFG, el cual se explica más adelante en la tabla 6.

Junto a la dosis de AFG que requiere cada granja, se indica en el informe su inversión requerida por mes o por ciclo dependiendo del tipo de ave, también se plasma en término de inversión por pollo.

Para la dosificación del AFG se tiene en cuenta el consumo de la granja y del cliente en general, la mayoría de veces para granjas que consumen más de 100kg/mes de AFG Porfenc da el servicio de bombas dosificadoras sin ningún costo, cabe recalcar que hay excepciones como las condiciones eléctricas del lugar.

Al cabo de aproximadamente un mes de dar el inicio a la acidificación del agua, se da servicio de seguimiento donde se monitorean parámetros como el cloro y el pH, q a su vez, se revisa correcto funcionamiento de pHmetros que Porfenc presta a sus clientes.

2. Mejorar los protocolos de calidad de agua para el proceso de producción avícola



Para que el proceso de la acidificación funcione de forma correcta, las etapas anteriores deben también funcionar de igual manera, es por esto que en las visitas de diagnóstico se evalúa la calidad del agua del cliente, se miden parámetros como el pH, la turbiedad, orp, alcalinidad, dureza, hierro, manganeso y cloro desde el inicio (fuente de captación) hasta el final (bebederos), los resultados son compartidos de inmediato con la persona que esté atendiendo la visita que en su mayoría ese acompañamiento es por medio de los veterinarios, se le explica cuáles de sus parámetros no está cumpliendo con la resolución 2115 del 2007, se le explican causas y qué podría pasar si no se corrige, además, se genera un informe con detalles técnicos para socialización con directivos de la compañía. En las visitas de seguimiento se miden únicamente parámetros como el pH y el cloro, pero si se reporta alguna novedad se procede a evaluar todas las etapas del tratamiento.

6. Desarrollo de Actividades Propuestas

Durante la primera semana se realizó proceso de capacitación por parte de la jefe y supervisor de práctica para aprender las labores que se me fueran a asignar, esta primera semana fue imposible entrar a granja debido a un permiso emitido por clientes, entonces se dio acompañamiento a reuniones de negocios para la apertura de nuevas granjas avícolas interesadas en el producto en el departamento de Santander.

En la segunda y tercera semana se aprendió a usar los equipos portátiles de medición, necesarios para la caracterización del agua y posterior evaluación, a su vez se aprendió las distintas formas en la que se dosifica el AFG en los tratamientos de las granjas dependiendo del cliente. En esa semana también se realizó la primera visita sin el acompañamiento del supervisor de la práctica donde se llevó a cabo un monitoreo dentro de una planta de beneficio que se ve reflejado en la *Figura 12*.

Figura 12. Monitoreo de parámetros en planta de beneficio.



Fuente: Autor

En esta etapa se monitoreaba constantemente el proceso de acidificación ajustándose a la necesidad del cliente, quien nos daba una concentración de cloro en el chiller que es una de las etapas finales en una planta de beneficio el cual consiste en un lavado con cloración para desinfectar las aves.

Cuando se hace un mal lavado el pollo se daña y genera pérdidas económicas para la empresa ya que estos son desechados, como se muestra en la **Figura 13**.

Figura 13. Comparación pollo bueno vs pollo malo en planta.



Fuente: Autor

La figura anterior muestra como un pollo queda cuando se le hace un mal tratamiento de acidificación y cloro, estos desintegran el pollo, su color se torna amarillo y hay olor a cloro dentro del pollo, estos pollos son desechados y es necesario hacer un correcto lavado para desinfección.

Durante estas semanas y la cuarta también se aprendió la forma de dar la inducción al producto a veterinarios y galponeros, ya que es importante que ellos sepan el funcionamiento del AFG, sus ventajas y sus contraindicaciones.

A partir del segundo mes a la fecha se han realizado visitas de seguimiento y diagnóstico de la acidificación del agua dentro de Bucaramanga y su área metropolitana.

En la **Figura 14**, se muestra el lugar donde se dio inicio como prueba el programa de acidificación.

Figura 14. Sitio de dosificación manual de AFG.



Fuente: Autor

La **Figura 14** representa el lugar donde se dosifica el producto el cual corresponde a 8 tanques de 5000 litros cada uno, estos tanques corresponden a un galpón de gallinas ponedoras el cual el cliente aceptó como prueba, se logró disminuir la mortalidad y salmonella de ese galpón.

Al cabo de 2 meses de dar inicio a la prueba que se hizo en uno de los galpones de una granja de gran tamaño y demostrar resultados, el cliente aceptó el inicio del programa en toda su granja el cual alberga 21 galpones de jaula, lo que obligó a Porfenc a la instalación de una bomba dosificadora, en la **Figura 15** se refleja el sitio de instalación.

Figura 15. Punto óptimo para instalación de bomba dosificadora AFG.



Fuente: Autor

La fotografía anterior representa el resultado de haber hecho un análisis de sitio a una granja que alberga 669.000 gallinas ponedoras, análisis que lleva problemas de pérdidas de producto, caudales y distintos sitios probables de instalación. Hay ocasiones donde la empresa prefiere contratar un externo para la instalación de bombas dosificadoras, como lo fue para este caso ya que se necesitaba conocimiento de instalaciones eléctricas y representa cierto riesgo para quien no tenga experiencia al respecto.

Para obtener éxito en el programa de acidificación, los clientes deben conocer y medir el pH de sus aguas constantemente, por esto, la empresa le entrega a cada uno de sus clientes pHmetros para garantizar este aspecto, una de las actividades también desarrolladas en granja es la calibración de pHmetros, a su vez se enseña a la persona encargada a calibrar el equipo. Por lo general, se entregan pHmetros amarillos como se muestra en la **Figura 16**, también se entrega junto con un kit de calibración.

Figura 16. Calibración de pHmetros.



Fuente: Autor

Una vez los clientes tengan un compromiso y estén midiendo el pH diariamente, se puede asegurar una correcta acidificación del agua a lo largo de todo el ciclo del pollo, además, si hay problemas se podrá actuar a tiempo.

Ha ocurrido veces donde se debe acudir a un laboratorio externo para certificar que el proceso que se está haciendo es el adecuado bajo medición de parámetros físico-químicos y microbiológicos, en la **Figura 17**, muestra cómo se transporta muestras de agua a un laboratorio.

Figura 17. Transporte de muestras de agua a laboratorio.



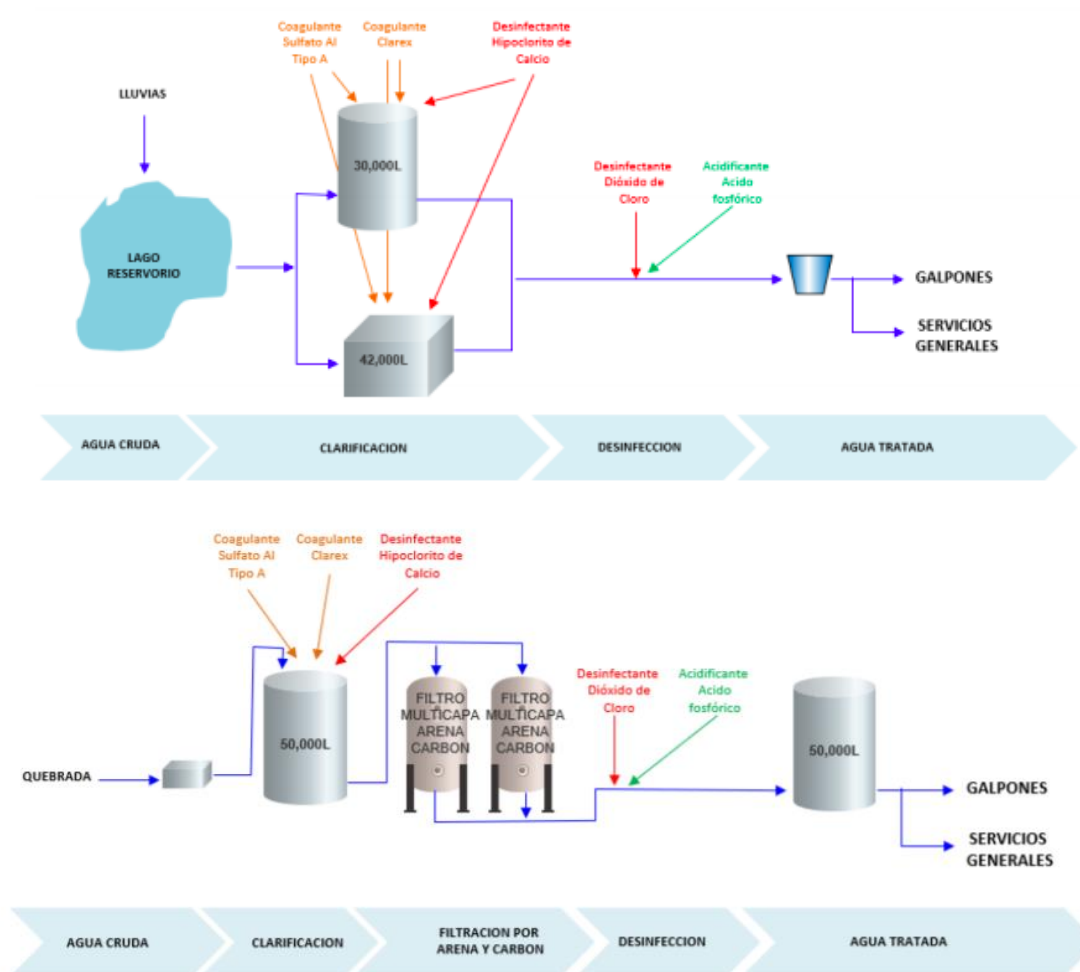
Fuente: Autor

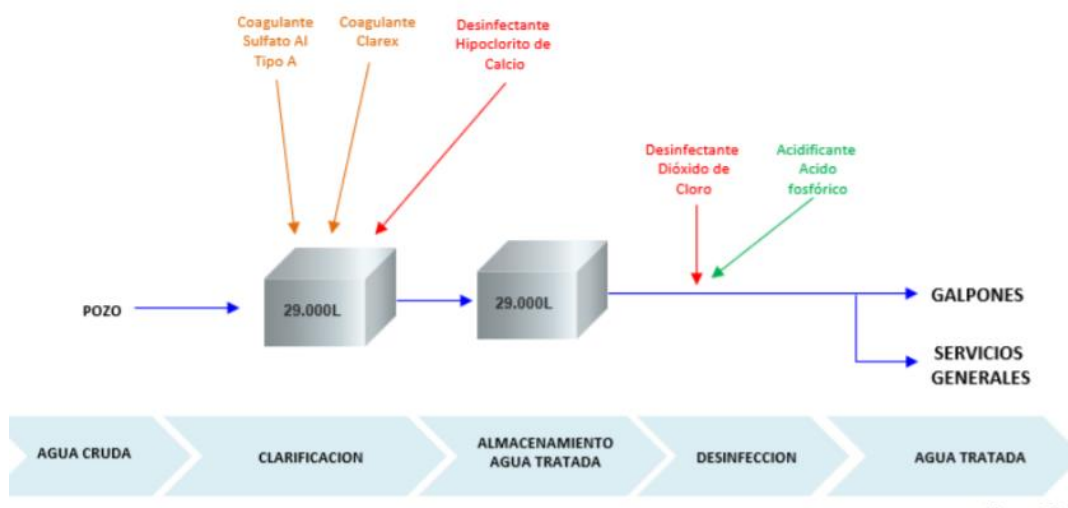
En esta ocasión, el cliente reportó que su agua se tornaba de un color característico después de clorar, por lo que se acudió al lugar y se hicieron las respectiva toma de parámetros, todos los resultados cumplían con la normativa por lo que se le aconseja al cliente revisar sus aguas en un laboratorio, por lo que el cliente hace caso y decide contratar a un laboratorio externo el cual acude al llamado que a su vez, también se le hace el debido acompañamiento para supervisar la toma de las muestras por parte del laboratorio, se observa que estas son llevadas en una cava refrigerada a bajas temperaturas, esta contaba con un termómetro el cual le indicaba la temperatura en tiempo real al momento del muestreo y al momento de la llegada al laboratorio.

Por cada visita que se haga a las granjas se debe presentar un informe de diagnóstico o seguimiento, estos informes incluyen análisis de parámetros físico-químicos del agua de la

granja, se plasma el proceso de tratamiento que implementa la granja y se generan oportunidades de mejora. En los siguientes esquemas (**Figura 18**) se plasma un croquis del tratamiento del agua de 3 granjas, ejercicio que permite entender al cliente su tratamiento.

Figura 18. Ejemplo de esquema de tratamiento de agua potable en granja.





Fuente: Autor

Los anteriores esquemas representan cada uno de los tratamientos de agua potable que se da en cada granja de un mismo cliente, como se puede observar, sus tratamientos son muy similares y lo replican a lo largo de otras 15 granjas, donde se ve reflejado la necesidad de algún asesor que les brinde acompañamiento en el tratamiento de sus aguas, pues lo que hace este cliente es una “receta” para todas sus aguas, con la llegada de Porfenc, se comenzó un proceso de diagnóstico donde se dio a entender que cada tratamiento depende de su fuente de captación, lo que se procedió a hacer fue la toma de parámetros, su respectivo análisis donde se explica que se debería mejorar y que podría pasar si no se corrige el tratamiento.

En la **Tabla 4**, se observan los resultados obtenidos en la toma de muestras in situ que se le hicieron a 3 granjas, donde se tiene en cuenta punto de captación (agua cruda) y punto final (bebederos).

Tabla 4. Características y condiciones fisicoquímicas, ejemplo.

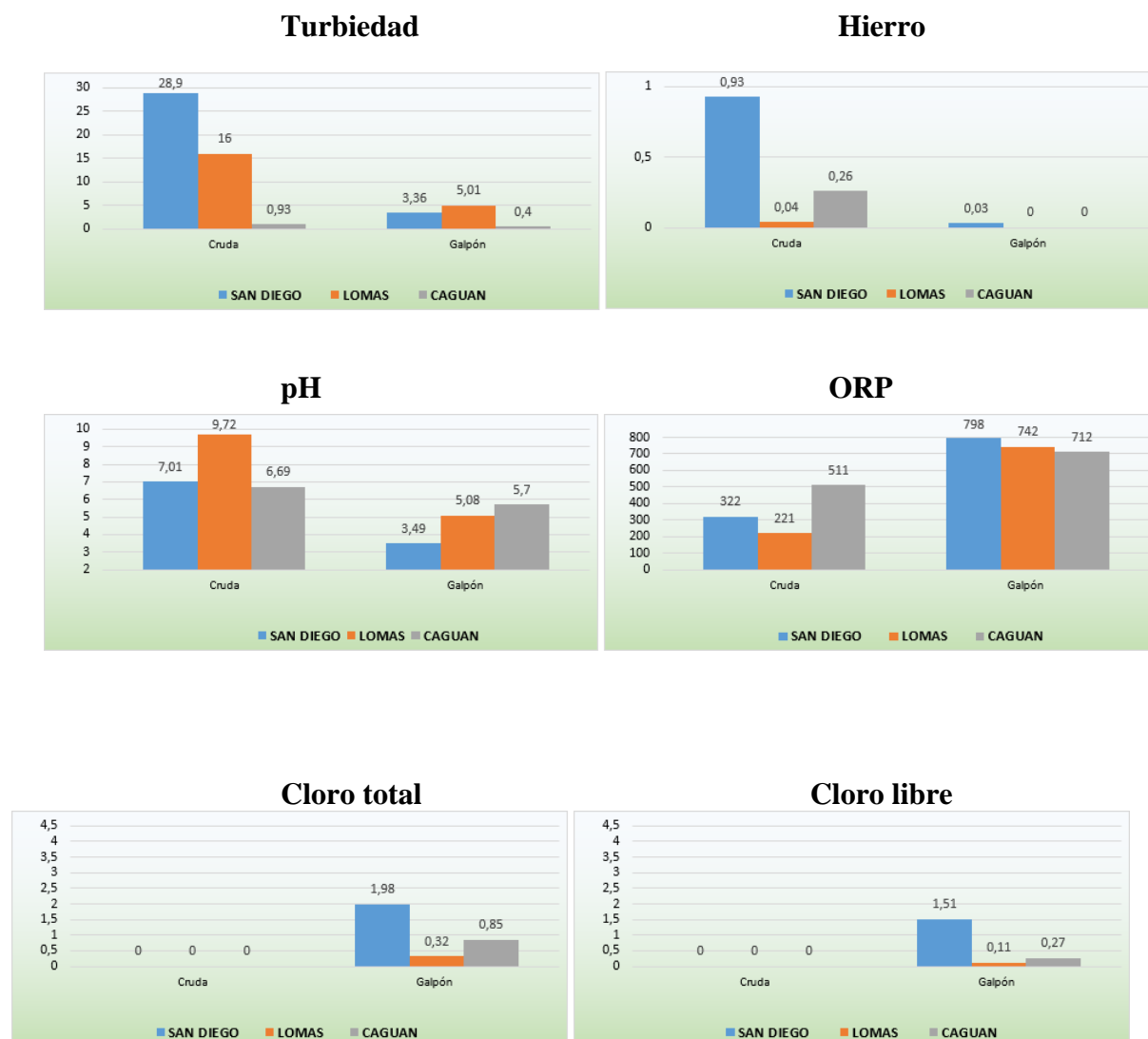
GRANJA	RESL. 2115	SAN DIEGO		LOMAS		CAGUAN	
ETAPAS		Cruda	Galpón 6	Cruda	Galpón 2	Cruda	Galpón 1
Turbiedad (NTU)	< 2	28,9	3,36	16	5,01	0,93	0,4
pH	6.5 - 9.0	7,01	3,49	9,72	5,08	6,69	5,7
ORP (mV)	N.A.	322	798	221	742	511	712
Cloro Total (ppm)	N.A.	0	1,98	0	0,32	0	0,85
Cloro Libre (ppm)	0.3 - 2.0	0	1,51	0	0,11	0	0,27
Dureza Total (ppm)	< 200	80	52	120	115	80	157
Alcalinidad Total (ppm)	< 300	55	12	130	33	166	51
Hierro (ppm)	< 0.3	0,93	0,03	0,04	0	0,26	0

En la tabla anterior está reflejado la toma de parámetros que se hacen en las aguas de 3 granjas, cabe recalcar que estas muestras se toman in situ, con equipos de campo y de las mejores referencias en el mercado. Con esta información al cliente se le facilita su proceso de comparación con la norma y así poder entender mejores procesos de mejora.

Este proceso de analizar el agua desde su inicio hasta su final, se hace en las visitas de diagnóstico, cuando se inicia proceso de acidificación, por lo general, los clientes han hecho cambios en sus procesos de tratamiento de agua, lo que asegura que la desinfección del agua va ser la adecuada.

A continuación, se hace el ejercicio del desarrollo de las gráficas con la información anterior, el cual se ve plasmado en la **Figura 19**.

Figura 19. Comportamiento de condiciones fisicoquímicas, ejemplo.



Fuente: Autor

En la **Figura 19** se realizan las gráficas de la **Tabla 4**, esto con el fin de comparar cada una de las aguas entre cada granja ya que de forma visual, las personas suelen entender mejor la información e incluso en algunas ocasiones tienden a pasar desapercibido tablas y prefieren ver gráficas.

El análisis de esta información, se puede ver a continuación en la **Tabla 5**, la cual es la que más le interesa al cliente ya que con esta toman decisiones y deben diseñar un presupuesto para sus mejoras.

Tabla 5. *Hallazgos y plan de mejora, ejemplo.*

Granja	Etapa	Hallazgos	Posible Causas	Consecuencias	Plan de mejora y acciones correctivas
San Diego	Clarificación Floculación	Uso excesivo de coagulante (Sulfato de Al y PAC/Clarex)	<ul style="list-style-type: none"> • Criterios de diseño • Criterios técnicos de la granja 	<ul style="list-style-type: none"> • Baja eficiencia del proceso de floculación • Turbiedad alta en el agua tratada de galpones >2NTU • Favorecimiento de la contaminación microbiológica 	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar test de jarras para identificar coagulante idóneo, dosis y punto de adición
	Acidificación	pH demasiado bajo, inferior a 4.00	<ul style="list-style-type: none"> • Dosis alta de ácido fosfórico • Error en la determinación de pH por el método usado 	<ul style="list-style-type: none"> • Posibles irritaciones de vías superiores del ave • Favorecimiento de la corrosión de elementos metálicos 	<ul style="list-style-type: none"> • Evaluar y definir dosis adecuada • Cambiar método de medición (pH metro)
	Clarificación Floculación	Uso excesivo de coagulante (Sulfato de Al y PAC/Clarex)	<ul style="list-style-type: none"> • Criterios de diseño • Criterios técnicos de la granja 	<ul style="list-style-type: none"> • Baja eficiencia del proceso de floculación • Turbiedad alta en el agua tratada de galpones >2NTU • Favorecimiento de la contaminación microbiológica 	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar test de jarras para identificar coagulante idóneo, dosis y punto de adición
Filtración	Turbiedad alta en el agua tratada por encima de 3NTU	<ul style="list-style-type: none"> • Baja frecuencia de retrolavados • Baja eficiencia de filtración de los lechos 	<ul style="list-style-type: none"> • Favorecimiento de la contaminación microbiológica • Alto consumo de desinfectante 	<ul style="list-style-type: none"> • Revisar y caracterizar la calidad y el tipo de los lechos filtrantes usados • Aumentar frecuencia de 	

		filtrantes		retrolavados	
Lomas	Falta Toma muestras	Criterios de Diseño	• Déficit en la evolución del proceso de filtración	• Instalar manómetros en la entrada y salida de todos los filtros.	
	Falta de manómetros	Criterios de Diseño	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de evaluación de las condiciones de presión dentro del filtro. • Falta de evaluación de las condiciones de saturación dentro del filtro 	• Instalar manómetros de acuerdo a la presión del sistema y a la capacidad de los filtros en la entrada y salida de los mismos.	
	Falta Válvulas de seguridad y venteos	Criterios de Diseño	<ul style="list-style-type: none"> • Posible fractura en los filtros por sobrepresión • Baja eficiencia del proceso de retrolavados • Deficiencia del proceso de filtración por bolsas de aire en el área de difusores del filtro (domo) 	• Instalar válvulas de seguridad y de venteo de acuerdo a la presión del sistema y a la capacidad de los filtros en la entrada y salida de los mismos.	
Caguán	Cloración	Baja concentración de cloro libre	Baja dosis en punto de cloración	No se puede garantizar la INOCUIDAD del agua	• Aumenta dosis y validez concentración en los bebederos de los galpones
	Agua cruda	Turbiedad baja, menos a 2NTU	Agua de pozo	Si la turbiedad es regular y la concentración de hierro es baja, no es necesario flocular	• Realizar trazabilidad de turbiedad y hierro y validar la posibilidad de eliminar la floculación
	Clarificación Floculación	Uso excesivo de coagulante	• Criterios de diseño	• Baja eficiencia del proceso de floculación	• Realizar test de jarras para

	(Sulfato de Al y PAC/Clarex)	• Criterios técnicos de la granja	• Favorecimiento de la contaminación microbiológica	identificar coagulante idóneo, dosis y punto de adición
Agua de galpones	• Baja concentración de cloro libre	• Baja dosis en punto de cloración	• No se puede garantizar la INOCUIDAD del agua	• Aumenta dosis y validez concentración en los bebederos de los galpones

La conclusión más representativa que se pueden resumir del análisis, es el proceso de aclaración del agua en todas las granjas, ya que usan 2 tipos de coagulantes, lo que puede generar incompatibilidad en el proceso, es necesario que el cliente realice prueba de jarras ya que es posible que estén gastando producto lo que se podría traducir en ahorros para la compañía en pro de mejorar su proceso

En esta tabla, se representa los resultados que son obtenidos después del análisis que se hace de la toma de datos, los cuales son propios de un ingeniero ambiental, en el equipo Element, que es la dependencia de la empresa a la cual se hizo la práctica donde hay 2 ingenieros ambientales con experiencia en empresas como Postobón y Coca-Cola.

Para los análisis se tiene en cuenta parte de la **resolución 2115 del 2007**, la cual es la normativa de agua potable para consumo humano, la mayoría de plantas que se encuentran en el negocio no tienen las principales etapas de tratamiento que se aprenden en la academia, por lo que se entiende que los parámetros probablemente no se cumplan, pero dentro de la asesoría que dan los ingenieros se proponen planes de mejoras que tiendan a que se cumplan o que se cumplan estos parámetros

Este acompañamiento es de gran ayuda para los clientes y estos informes por lo general los requieren con urgencia, ya que cada uno de los veterinarios debe socializar los resultados con la alta gerencia de su compañía ya que estas deben iniciar un plan de mejora en sus aguas, requieren contratar externos y diseñar un plan de inversión; además, esta rapidez de presentación de resultados le permite a Porfenc asegurar el negocio con cualquier cliente, además de esto se le presenta al cliente cuanto tendrá que invertir y cuánto va consumir para implementar el proceso de acidificación mediante AFG, lo cual se ve reflejado en la **Tabla 6**.

Tabla 6. *Aplicación AFG.*



VARIABLE			Granjas		
Lugar de Prueba			San Diego	Lomas	Caguán
Agua cruda					
Dosis	Ensayo	AFG	160	240	320
(gramos/2000 L de agua)					
Kg AFG/día			2.64	4.2	2.08
Kg AFG/mes			79.2	126	62.4
pH de ensayo			4.98	4.87	5.16
Precio	AFG-	\$ (pollo	5.31	7.15	9.29
/mes)					
Acido actual			Fosfórico		
pH Alcanzado			3.48	5.08	5.70
Dosis ml/m3			31.66	31.66	31.66

Para los clientes de aves ponedoras es necesario enviar un reporte en términos de precio (ave/mes), para los clientes de pollo de engorde se envían reportes en (ave/ciclo), ya que su ciclo es un poco más del mes, mientras que la gallina es de 90 semanas aproximadamente. En este caso el cliente corresponde a la línea de aves ponedoras.

Para ver como se encuentra Porfenc ante el mercado nacional o ante su competencia, es necesario hacer la comparación de sus precios, los cuales se encuentran por encima de \$ 11 ave/mes, como se puede observar en la tabla anterior, el máximo costo por ave/mes corresponde a 9.29 COP en granja Caguán; esto convierte a Porfenc en una de las compañías más llamativas para el sector avícola.

El procedimiento para el consumo del AFG es sencillo, el procedimiento se evidencia en la **Tabla 7.**

Tabla 7. Metodología dosis AFG.

Paso	Descripción	Ilustración
1	Tome dos recipientes y vierta en cada uno de ellos 1 litro de agua tratada	
2	Rotule los recipientes uno como solución madre y otro como agua de bebida	
3	Pese 10 gramos de AFG y viértalos en el recipiente rotulado como solución madre	

-
- 4 Cierre y agite vigorosamente, asegurando y garantizando la dilución total del AFG



-
- 5 Tome con una jeringa limpia y/o previamente lavada 2 ml de solución madre y adiciónelos al otro recipiente, rotulado como agua de bebida.



-
- 6 Cierre y agite, garantizando la homogeneidad de la solución

-
- 7 Destape y mide el valor del pH. Si alcanza el valor objetivo pare el ensayo y proceda a determinar estequiométricamente la dosis de AFG en gramos.

-
- 8 Si aún no se ha llegado al pH objetivo continuar adicionando desde la jeringa solución madre hasta llegar al valor requerido. Hágalo lentamente con el fin de no exceder el valor del pH por debajo de 4,0



Para calcular la dosis, se hace de la siguiente manera:

$$C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2$$

Donde:

C_1 = Concentración 1, es decir, concentración de AFG en la solución madre en ppm

V_1 = Volumen de la solución madre en litros gastado con la jeringa

V_2 = Volumen del agua de bebida en litros

C_2 = Concentración desconocida del agua de Bebidas luego de alcanzar el pH deseado de 5

$$C_1 = \frac{\text{Miligramos AFG}}{\text{Litros solución}}$$

$$C_1 = \frac{10.000 \text{ mg AFG}}{1 \text{ Litro}} = 10.000 \text{ ppm}$$

V_1 = para este ejercicio vamos a suponer un gasto de 16 ml equivalentes a 0,016 litros

V_2 = 1 litro

C_2 = ¿?

$$C_2 = \frac{C_1 \times V_1}{V_2}$$

$$C_2 = \frac{10.000 \text{ ppm} \times 0,016 \text{ l}}{1 \text{ l}} = 160 \text{ ppm AFG}$$

Entonces:

160ppm = 160 mg de AFG /1 litro de solución, es decir que en 2000 litro de agua la dosis seria: 160mg AFG X 2000 = 320.000 miligramos de AFG = 320 gramos de AFG en 2000 litros de agua de bebida.

La dosis para 2000 litro de agua por consiguientes seria: 320gr AFG

A continuación, se evidenciará los respectivos seguimientos correspondientes a las mismas granjas, las cuales fueron las seleccionadas para este documento por el acompañamiento que se le hizo desde inicio a la práctica.

Tabla 8. *Ejemplo 1 visita de seguimiento.*

VARIABLE	FECHA VISITA		
	22/12/2021		
Granja	Lomas		
Fecha de inicio de proceso	02/12/2021		
Municipio	Lebrija		
Objetivo granja	Ponedora		
Edad de las aves (semanas)	18		
Fuente de agua	Quebrada		
Consumo diario AFG (kg)	4,2		
Verificación dosis (g/ 2000 lts)	240		
Inventario AFG (kg)	100		
Insumo	Sulfato de aluminio tipo A	Clarex	Hipoclorito de calcio al 70%
Dosis/tanque (50.000lts)	4kg	3150ml	1400gr
consumo agua	Consumo de agua estable (bebedero tipo niple y campana)		
Consumo alimento	Normal		
Sitio de prueba	Agua cruda	Agua tratada	Galpón
pH	5,1	3,8	3,8
orp (mV)	-	750	800
Comentarios	Se encontró que hay un retorno del agua acidificada, se realizaron distintas pruebas para verificar funcionamiento de los accesorios de la bomba, sin embargo las pruebas siguen en estudio con ayuda de los galponeros a quienes se les indicó sacar el cheque de succión (solución madre) al momento de la bomba finalizar su proceso y dejarlo en un balde para analizar cuanto producto se retorna; adicionalmente se hace la recomendación de usar un acondicionador de pH ya que el pH del agua cruda es bajo y el sulfato lo está bajando más, esto con el fin de realizar proceso de acidificación de manera correcta.		

En esta tabla esta consignada la información de las visitas de seguimiento para monitorear el proceso de acidificación, en estas visitas solo se monitorean parámetros como el pH y el cloro, además se hace seguimiento al desempeño de las aves en función de términos veterinarios como ganancia de peso, mortalidad, camas húmedas o postura si es el caso; para continuar con el ejercicio de presentar las actividades que se hace con un cliente, se presentarán las **Tablas 8, 9 y 10** correspondientes a los seguimientos de las demás granjas.

Tabla 9. *Ejemplo 2 visita de seguimiento.*

VARIABLE	FECHA VISITA		
	22/12/2021		
Granja	San Diego		
Fecha de inicio de proceso	02/12/2021		
Municipio	Lebrija		
Objetivo granja	Ponedora		
Edad de las aves (semanas)	18		
Fuente de agua	Quebrada		
Consumo diario AFG (kg)	2,64		
Verificacion dosis (g/ 2000 lts)	160		
Inventario AFG (kg)	75		
Insumo	Sulfato de aluminio tipo A	Clarex	Hipoclorito de calcio al 70%
Dosis/tanque (42.000lts)	3150gr	2800ml	1190gr
Dosis/tanque (30.000lts)	2800gr	2000ml	840gr
<i>Consumo agua:</i>	Consumo de agua estable (bebedero tipo niple)		
Consumo alimento	Normal		
Sitio de prueba	Agua cruda	Agua tratada	Galpón
pH	7,01	4,8	5,1
orp (mV)	-	850	860
Comentarios	Su proceso de acidificación y cloración son correctos, se garantiza inocuidad del agua. Se encontró una manguera fisurada la cual fue reparada por el galponero días atrás usando cinta, está pendiente su cambio para enero ya que al momento no se contaba con una manguera igual.		

Tabla 10. *Ejemplo 3 visita de seguimiento.*

VARIABLE	FECHA VISITA		
	22/12/2021		
Granja	Caguán		
Fecha de inicio de proceso	02/12/2021		
Municipio	Lebrija		
Objetivo granja	Ponedora		
Edad de las aves (semanas)	18		
Fuente de agua	Pozo		
Consumo diario AFG (kg)	2.08		
Verificación dosis (g/ 2000 lts)	320		
Inventario AFG (kg)	75		
Insumo	Sulfato de aluminio tipo A	Clarex	Hipoclorito de calcio al 70%
Dosis/tanque (29.000lts)	464gr	1740ml	1kg
Consumo agua	Consumo de agua estable (bebedero tipo niple)		
Consumo alimento	Normal		
Sitio de prueba	Agua tratda	Galpón	
pH	5,12	5,25	
orp (mV)	830	840	
Comentarios	Su proceso de acidificación y cloración son muy buenos, se garantiza inocuidad del agua.		

En las tablas anteriores se evidencia por los comentarios, que cada granja requiere cierta atención ya que se presentan distintas novedades, la mayoría relacionada con el uso o funcionamiento de las bombas. Este proceso de seguimiento es de gran interés para los clientes pues el proceso a veces falla debido al factor humano, el personal de las granjas (galponeros) rota mucho, y muchas veces la persona encargada de tratar el agua no explican el tratamiento a la nueva persona encargada, entonces, a los veterinarios les interesa este seguimiento porque

constantemente se hacen capacitaciones, se corrigen etapas y se dan tips en la potabilización del agua.

Lo que mayormente se puede encontrar en los seguimientos posteriores a iniciar el proceso de acidificación, son pH's por debajo de 4, se ha encontrado que al vaciar los tanques de almacenamiento queda un remanente de agua, el cual esta acidificado, entonces al preparar un nuevo tanque, suben la concentración porque los galponeros no tienen en cuenta ese remanente el cual perjudica un poco, por lo que se recomienda agregar $1/6$ (o lo que se calcule teniendo en cuenta el volumen del remanente) de la cantidad de AFG para el tanque correspondiente.

7. Cronograma

	Agosto				Septiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre		
Actividades / Semanas	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3			
Trasladarse hasta granja o finca de clientes	■																		
Medición de pH y alcalinidad en campo		■				■				■				■					
Asesoramiento de AFG		■				■				■				■					
Medición de parámetros		■				■				■				■					
Calculo de la dosis AFG			■				■				■				■				
Socialización de hallazgos				■			■				■			■					
Generación de informe			■		■		■		■		■		■		■				
Proceso de arranque de acidificación				■			■				■				■				
Proceso de seguimiento				■			■		■		■		■		■				
Investigación de equipos en el mercado internacional				■	■	■	■	■	■										
Actualización de inventario de equipos activos				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■						

8. Bibliografía

Acosta Paéz , D. A., & Jaramillo Benavidez, A. H. (2015). *Manejo de Pollo de Engorde*.

Obtenido de SENA:

https://repositorio.sena.edu.co/bitstream/handle/11404/4618/Manejo_de_pollo_de_engorde.PDF?jsessionid=466D9E30619733D54836959939885412?sequence=1

Acosta Paez, D., & Jaramillo Benavides, A. (s.f.). *SENA*. Obtenido de SENA:

https://repositorio.sena.edu.co/bitstream/handle/11404/4617/Manejo_de_ponedora_comercial.PDF?sequence=1

Cherry, T. (2002). *JHL 02-01 & JHL 02-02 Stephen F. Austin State University PWT*. (S. F.-P.

Center, Ed.) Nacogdoches, Texas: Jones Hamilton INC.

COPELE. (2021). *Bebedero Colgante Campana Automat Aves*. Obtenido de

<https://copele.com/es/bebederos-aves/bebedero-automatico-de-campana-para-aves.html>

El Maquinante. (29 de Mayo de 2018). *Floculación*. Obtenido de

<https://elmaquinante.blogspot.com/2018/05/floculacion.html>

El Regante . (2011). *Filtro de Arenas*. Obtenido de [https://fddocuments.ec/document/teoria-filtros-](https://fddocuments.ec/document/teoria-filtros-de-arena.html)

[de-arena.html](https://fddocuments.ec/document/teoria-filtros-de-arena.html)

Federación Nacional de Avicultores de Colombia. (15 de Mayo de 2018). *Caracterización*

Económica del Sector Avícola en el Departamento de Santander. Obtenido de

<https://fenavi.org/publicaciones-programa-economico/caracterizacion-economica-del-sector-avicola-en-santander/>

- FENAVI. (2018). *Resolución 2115 del 2007*. Obtenido de https://fenavi.org/wp-content/uploads/2018/05/Res_2115_220707-Calidad-Agua-Potable-1.pdf
- Hannah Instruments. (2020). *Desinfección del Cloro*. Obtenido de <https://www.hannainst.es/blog/783/desinfeccion-del-cloro>
- Hannah Instruments. (2020). *www.hannainst.es*. Obtenido de www.hannainst.es: <https://www.hannainst.es/blog/1572/Sabias-que-existen-diferentes-tipos-de-cloro>
- Jones-Hamilton CO. (2017). Acidificación de agua en operaciones libres de antibióticos. *PhMatters*, 2. Obtenido de https://www.joneshamiltonag.com/wp-content/uploads/SPANISH_WATER-ACIDIFICTION-abf-WEB-32417.pdf
- Leal Ribeiro, A., & Penz Junior, A. (2015). *La importancia del agua en la nutrición de las aves*. Obtenido de vDocuments: <https://vdocuments.mx/documents/agua-en-aves.html>
- Moros, M. (s.f.). *uvirtual.unet.edu.ve*. Obtenido de uvirtual.unet.edu.ve: https://uvirtual.unet.edu.ve/pluginfile.php/306861/mod_resource/content/1/DOSIFICACION%20Y%20MEZCLA%20R%20C3%81PIDA%20%28FINAL%29.pdf
- Romero Rojas, J. A. (1999). *Potabilización del agua*. México: Escuela colombiana de ingeniería.
- Solla. (2016). *Avicultura*. Obtenido de Solla: <https://www.solla.com/productos/avicultura/ciclo>
- Watkins, S., Cornelison, J., Tillery, C., Wilson, M., & Hubbard, R. (2004). *Effects of Water Acidification on Broiler Performance*. Arkansas: University of Arkansas. Obtenido de <https://www.thepoultrysite.com/articles/effects-of-water-acidification-on-broiler-performance>