

# **Informe de Practica Profesional**

**Presentado al programa de Medicina Veterinaria de la Facultad de Ciencias  
Agrarias de la Universidad de Pamplona como requisito para optar al título de médico  
veterinario**

**Por Rubén Alberto Flórez Barajas**

**® Derechos Reservados, 2018**

# **Informe de práctica profesional**

**Presentado al programa de Medicina Veterinaria de la Facultad de Ciencias  
Agrarias de la Universidad de Pamplona como requisito para optar al título de Médico  
Veterinario**

**Mayra Diaz Vargas MVZ M.Sc PhD**

**Tutora**

**Por Rubén Alberto Flórez Barajas**

**® Derechos reservados, 2018**

## **Dedicatoria**

Este trabajo se lo dedico a Dios todo poderoso y María por cuyo inmenso amor, poder es la causa de nuestra existencia dándonos siempre la fuerza espiritual y los medios para superar las adversidades; guiándome por el sendero de lo sensato, compartiéndome su infinita sabiduría para poder conquistar esta meta tan anhelada.

A mis padres que me han dado la existencia y en ella la capacidad de superarme cada día; por su apoyo incondicional, por sus esfuerzos y sacrificios que han hecho por mí, para que este sueño hoy sea una realidad; este título de Médico Veterinario tan bien es de ustedes mis viejos queridos.

A la Universidad de Pamplona por permitirme formarme como profesional, especialmente a los docentes de la Facultad de Ciencias Agrarias, que gracias sus enseñanzas y conocimientos compartidos influyeron positivamente en nuestro proceso de formación académica.

Familiares, amigos, compañeros y conocidos por sus buenos deseos, consejos y voces de aliento en momentos difíciles que permitieron superar todos los obstáculos.

## Tabla de Contenido

1.	Introducción .....	1
2.	Justificación .....	2
3.	Objetivos .....	3
3.1.	General .....	3
3.2.	Específicos .....	3
4.	Descripción del sitio de pasantía.....	4
4.1.	Organización de granjas reproductoras.....	5
4.2.	Descripción y distribución de Granja Avícola Charco Largo.....	5
4.3.	Bioseguridad de la granja.....	6
5.	Desarrollo de actividades .....	8
5.1.	Pesaje de las aves .....	8
5.2.	Evaluación de control de calidad .....	9
5.3.	Realización de exámenes .....	9
5.4.	Vigilancia y control de la calidad del agua.....	9
5.5.	Supervisión y seguimiento de actividades personal que labora en la granja .....	10
5.6.	Dosificación, aplicación de plan sanitario y tratamientos .....	10
5.7.	Toma de muestras de sueros para examen de laboratorio.....	10

5.8. Apoyo en funciones administrativas.....	11
6. Identificación y evaluación de la calidad del agua e incidencia en el desarrollo de las reproductoras pesadas de la línea Ross.....	11
Resumen.....	11
Palabras claves:.....	12
Abstract.....	12
Key words:.....	13
6.1. Introducción.....	13
6.2. Revisión de literatura.....	14
6.2.1. Bioseguridad.....	14
6.2.2. Agua.....	15
6.2.3. Obtención de agua en aves.....	16
6.2.4. Factores que determinan el consumo de agua.....	16
6.2.5. Calidad del agua.....	16
6.2.5.1. Aspectos Físico-Químicos.....	17
6.2.5.2. Aspectos microbiológicos.....	19
6.2.5.2.1. El biofilm.....	19
6.2.5.3. Técnica para análisis microbiológico.....	20
6.2.6. Fuentes de agua.....	20
6.2.6.1. Aguas Subterráneas.....	21

6.2.7.	Potabilización del agua. ....	21
6.2.8.	Proceso Pre-tratamiento. ....	21
6.2.9.	Desinfectantes. ....	22
6.2.9.1.	Hipoclorito de calcio $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ . ....	22
6.2.9.2.	Hipoclorito sódico ( $\text{NaClO}$ ). ....	22
6.2.9.3.	Peróxido de hidrógeno. ....	23
6.2.9.4.	Dióxido de cloro. ....	23
6.2.9.5.	Ácidos orgánicos ....	23
6.2.10.	Aspectos veterinarios específicos sobre el agua. ....	24
6.2.11.	Principales afecciones en aves por mala calidad del agua. ....	24
6.2.12.	Enfermedades Bacterianas. ....	24
6.2.12.1.	Enfermedad Respiratoria Crónica (CRD). ....	24
6.2.12.2.	Colibacilosis. ....	25
6.2.12.3.	Cólera aviar. ....	25
6.2.12.4.	Salmonelosis. ....	25
6.2.12.5.	Campylobacteriosis. ....	26
6.2.13.	Enfermedades causadas por virus y protozoos. ....	26
6.2.13.1.	Enfermedad de Newcastle. ....	26
6.2.13.2.	Bronquitis infecciosa. ....	26
6.2.13.3.	Enfermedad de Marek. ....	27

6.2.13.4. Encefalomiелitis aviar.....	27
6.2.13.5. Enfermedad de Gumboro.....	27
6.2.13.6. Histomoniasis.....	27
6.2.13.7. Coccidiosis.....	27
6.2.14. Alteraciones causadas por moléculas en el agua en aves.....	28
6.2.14.1. Nitratos y nitritos.....	28
6.2.14.2. Sulfatos y cloro.....	28
6.2.14.3. Magnesio.....	28
7. Identificación y evaluación de la calidad del agua e incidencia en el desarrollo de las reproductoras pesadas de la línea Ross.....	29
7.1. Tratamiento de potabilización del agua.....	29
7.1.1. Captación.....	29
7.1.2. Floculación.....	30
7.1.3. Decantación.....	30
7.1.4. Filtración.....	30
7.1.5. Cloración o Desinfección.....	30
7.1.6. Distribución.....	31
7.1.7. Dosificación de la cantidad de químicos y biocidas a utilizar.....	31
7.2. Toma de muestras.....	32
7.2.1. Toma de muestras para análisis Físico-Químico y Microbiológico.....	32

7.2.2.	Toma de muestras diarias test kit.....	33
7.2.3.	Análisis biocapa de las tuberías.....	33
7.3.	Inactivación del agua .....	34
7.4.	Resultados .....	35
7.4.1.	Puntos críticos de contaminación del agua bebida durante la distribución. ....	36
7.4.2.	Influencias de la cantidad de bebederos en el desarrollo de las futuras reproductoras.....	38
7.4.3.	Resultados de pruebas fisicoquímicos. ....	39
7.4.4.	Resultados de metales pesados del agua.....	40
7.4.5.	Resultados de análisis microbiológico.....	41
7.4.6.	Resultados de la prueba microbiológica de la tubería .....	43
7.4.7.	Resultados de potencial de hidrógeno, concentraciones de cloro y potencial oxidoreducción.....	44
7.5.	Medidas implementadas.....	48
7.5.1.	En puntos de contaminación. ....	48
7.5.2.	Utilización de Ácidos Orgánicos.....	49
7.5.3.	Tanques de almacenamiento y Bebederos campana.....	50
7.6.	Discusión.....	50
8.	Conclusiones .....	56
9.	Conclusiones de pasantía .....	57

10.	Recomendaciones .....	58
11.	Anexos .....	59
12.	Referencias bibliográficas.....	62

## Lista de figuras

<i>Figura 1.</i> Foto satelital de granja charco largo, vereda Portugal municipio Lebrija Santander. ....	6
<i>Figura 2.</i> Arco de aspersión para desinfección para medios de transportes.....	7
<i>Figura 3.</i> Muestras de aguas de la planta de tratamiento para análisis.....	32
<i>Figura 4.</i> Toma de muestra de biofilm (A) tuberías de suministro de agua potable de tanques de almacenamiento de galpones. (B) medios de transporte de muestras cultuaretos. ....	34
<i>Figura 5.</i> Pruebas de agua TEST KIT. (A) Muestras de aguas tomada recién cargado bebedero. (B) Muestra de agua toma a los 5 minutos. (C) Muestra de agua tomada a los 10 minutos.....	35
<i>Figura 6.</i> (A) Pollita con diarrea, (B) deposición diarreica. ....	36
<i>Figura 7.</i> Punto crítico de contaminación tanques de almacenamiento. ....	37
<i>Figura 8.</i> Punto crítico de contaminación del agua de bebida. (A) altura de bebedero. (B) aves escarbando tamo. (C) bebederos contaminados con tamo. ....	37
<i>Figura 9.</i> Numero de bebederos insuficientes en el lote 826. ....	38
<i>Figura 10.</i> Relación de consumo de alimento y ganancia de peso semanal del lote 826.....	39
<i>Figura 11.</i> Promedio del pH en los diferentes puntos de los cuatro núcleos.....	45
<i>Figura 12.</i> Promedio de las concentraciones de cloro en los diferentes puntos de los cuatro núcleos .....	46
<i>Figura 13.</i> Promedio de los valores ORP en los diferentes puntos de los cuatro núcleos.....	47
<i>Figura 15.</i> Relación de la concentración del cloro con el potencial oxido reducción del agua. ..	48
<i>Figura 16.</i> Muestra de agua después de la aplicación de ácidos orgánicos, pH acido. ....	49

## Lista de tabla

Tabla 1 <i>Porcentaje de agua en los organismos vivos.</i> .....	15
Tabla 2 <i>Criterios óptimos de calidad de agua para aves.</i> .....	18
Tabla 3 <i>Resultados de análisis físico-químico del agua.</i> .....	39
Tabla 4 <i>Resultados de metales pesados de agua subterránea de la granja.</i> .....	41
Tabla 5 <i>Resultados de pruebas microbiológicas del agua.</i> .....	42
Tabla 6 <i>Análisis de biofilm de tuberías por culturetes</i> .....	43
Tabla 7 <i>Recuento de mesófilos en muestra de biofilm</i> .....	44
Tabla 8 <i>Promedio de valores de pH del agua de cada uno de los lugares de cada núcleo.</i> .....	45
Tabla 9 <i>Promedio de las concentraciones de cloro en los distintos puntos de los núcleos.</i> .....	46
Tabla 10 <i>Promedio de valores de ORP en los distintos puntos de los núcleos.</i> .....	47

## **1. Introducción**

A través de la historia, es clara la dependencia que la humanidad tiene del mundo animal para sobrevivir, evidenciándose la importancia de los aportes de la Medicina Veterinaria como base fundamental en la generación de las condiciones necesarias que permiten el crecimiento del sector agrario y su capacidad de proveer los medios suficientes para el desarrollo de la sociedad, garantizando la seguridad alimentaria como un eje fundamental en el campo de la salud pública a través del bienestar y salud de los animales. Por su campo de acción, se requiere de profesionales Médicos Veterinarios competentes, íntegros, capacitados para enfrentarse a la toma de decisiones, manejo de situaciones difíciles y aplicables en las diferentes disciplinas de la carrera que conllevan a salvaguardar la salud animal como humana.

En el proceso de formación académica como médico veterinario, se requiere el desarrollo de prácticas profesionales médicas o productivas que permiten formarse como profesionales capacitados y dispuestos a enfrentarse a las demandas de la sociedad en los diferentes campos.

Como requisito para la aprobación de trabajo de grado, este informe describe de forma general el lugar donde se llevó a cabo las prácticas, actividades y procesos productivos desarrollados durante la práctica profesional, donde se logró ampliar y aplicar los conocimientos teóricos-prácticos que permitieron fortalecer la personalidad profesional.

## 2. Justificación

En el periodo de la práctica profesional se adquiere una preparación, que le permite al estudiante de último semestre de Medicina Veterinaria un mejor desarrollo en la vida laboral como profesional estableciendo claramente su afinidad e inclinación vocacional.

Es muy importante mencionar, que el desarrollo de las prácticas profesionales, favorecen al estudiante para que pueda tener inclinación hacia un campo específico de la carrera, posibilitando a su vez el desarrollo de nuevas competencias a través de la ampliación de sus habilidades y destrezas.

Siendo ésta, la práctica final en el proceso de formación, un requisito esencial para optar al título Médico Veterinario en la Universidad de Pamplona, es de gran importancia profundizar y enfatizar en temas que sean de nuestro gusto. En este caso la avicultura ha sido parte de las funciones en la práctica realizada en AVIDESA MAC POLLO S.A, permitiendo de esta manera, afianzar los conocimientos adquiridos durante la carrera y potencializar todo lo relacionado con el manejo de medicina aviar en reproductoras pesadas; principalmente en la medicina preventiva puesto que esta área es de gran importancia en la avicultura para obtener buenos resultados; ya que este ha sido uno de los sectores más dinámicos en la economía colombiana durante las últimas décadas, en la cual se ha dispuesto de una selección genética eficiente para poder responder a las altas demandas de carne de pollo garantizando la seguridad alimentaria.

### **3. Objetivos**

#### **3.1. General**

Aplicar los conocimientos y habilidades logradas en el programa de Medicina Veterinaria en la empresa Avidesa Mac pollo S.A, adquiriendo experiencia complementaria en la fundamentación teórico-práctica en el área de reproductoras pesadas de las líneas Ross y Cobb.

#### **3.2. Específicos**

- ✓ Fortalecer los aprendizajes adquiridos durante el proceso de formación como Médico Veterinario específicamente en el campo de la avicultura.
- ✓ Conocer detalladamente el manejo, procesos y funciones desarrolladas en la cría, levante y producción de reproductoras pesadas.
- ✓ Identificar la importancia de la medicina preventiva y todos los aspectos que abarca dicha área en la avicultura.
- ✓ Desarrollar destrezas a nivel de relaciones interpersonales y profesional para asumir responsablemente las tareas encomendadas por el tutor técnico de la granja genética.
- ✓ Identificar y evaluar la calidad del agua e incidencia en las reproductoras pesadas.

#### **4. Descripción del sitio de pasantía**

Avidesa Mac Pollo S.A actualmente tiene por objeto social la producción, procesamiento y distribución de carne de pollo. Actúan en toda la línea de producción desde cría y levante de reproductoras, incubación, y cría de pollo de engorde fabricando el alimento concentrado para sus aves. Es una compañía colombiana que nace en el año 1969 teniendo como objeto social la distribución de alimentos concentrados para todo tipo de animales.

Avidesa Mac pollo cuenta con granjas avícolas tanto en la región occidental como oriental del país, especializadas para cría y levante de reproductoras, esta última ubicadas en Santander en 3 zonas: zona 1 Piedecuesta, zona 2 Lebrija, zona 3 Mesa de los Santos, igualmente cuenta con granjas especializadas en cría y levante de pollo de engorde en diferentes zonas del país.

La avicultura colombiana tiene la potencialidad de expandirse en la medida en que aumente la demanda de la carne de pollo, adicionalmente con el debido acompañamiento de las autoridades sanitarias y el esfuerzo de Avidesa Mac Pollo le apuesta a seguir consolidándose como la marca número uno de pollo en Colombia y contribuir con la seguridad alimentaria de los colombianos con visiones de mercados extranjeros.

El alto crecimiento que se visualiza en la avicultura industrial, trae grandes retos a los profesionales de Medicina Veterinaria, por eso la empresa cuenta con un gran equipo de médicos veterinarios especializados para asumir los retos que se presenta con el fluyente crecimiento del sector.

La empresa cuenta con una cadena de producción completa con granjas especializadas en cría, levante de reproductoras y producción de huevo fértil, que lo trasladan a las instalaciones de las

incubadoras y de ahí sale el pollito para granjas especializadas en cría levante de pollos de engorde que posteriormente llega a las plantas de beneficio, de igual manera cuenta con plantas procesadora de carne de pollo; Avidesa Mac pollo posee plantas de subproductos en las cuales se procesan todos los descartes y residuos de viseras blancas, plumas, huesos, sangre y cascara de huevo, obteniendo materias primas; que son utilizados en la planta procesadoras de alimento concentrado para sus aves y bovinos.

#### **4.1. Organización de granjas reproductoras**

Lo relacionado con la cría, levante de reproductoras y su producción, está bajo la administración del director de reproductoras Médico Veterinario Zootecnista Leonardo Cotamo, que cuenta con un talento humano profesional conformado por Médicos Veterinarios capacitados, los cuales son encargados de la dirección de las granjas asignadas.

La estructura organizacional interna de la granja a cabeza del jefe de zona, el Doctor Médico Veterinario Gerardo Díaz, que a su vez tiene los administradores y auxiliares de las granjas que deben ejecutar y supervisar el cumplimiento de los procedimientos administrativos y técnicos, que conlleven a obtener buenos resultados de levante y producción, de la mano del personal (galponeros), que se encuentran laborando en cada granja y son los encargados de realizar todas las tareas relacionadas con el levante de pollitas, producción de huevos; cumpliendo siempre con los parámetros de bioseguridad establecidos para el buen desempeño de su trabajo, responsabilizándose por el almacenamiento, control, cuidado del alimento de las aves, de los insumos y demás materiales a su cargo.

#### **4.2. Descripción y distribución de Granja Avícola Charco Largo**

La Granja Charco largo cuenta con un área de 15 hectáreas, en terreno semi ondulado ubicada en la Vereda Portugal, del municipio de Lebrija Santander a una elevación 1074 msnm, con una temperatura promedio de 17 a 30° C, con Vientos 1.5 m/s, Humedad 64 % y una presión 1018 hPa. Tiene una infraestructura de cuatro núcleos, cada uno con cuatro galpones (figura 2), con un área superficial de 750 mts cuadrados por galpón.



*Figura 1.* Foto satelital de granja charco largo, vereda Portugal municipio Lebrija Santander.

Fuente: Googlemaps, (2018).

### **4.3. Bioseguridad de la granja**

La granja de reproductoras Charco Largo, cuenta con instalaciones y protocolos que garantizan la bioseguridad; en la portería existe un sistema de arco lavado y desinfección para vehículos.



Figura 2. Arco de aspersion para desinfección para medios de transportes.

Fuente: Flórez, (2018).

La granja cuenta con un cerco perimetral que impide el ingreso de animales y personal ajeno; por lo que el personal que labora en la granja o visitante al momento de ingresar, debe cumplir con las normas de bioseguridad implementadas por la empresa, que consiste en un protocolo que incluye baño con jabón desinfectante, cambio de ropa informal por la dotación suministrada, el paso de accesorios por la cabina de desinfección; este procedimiento lo debe realizar igualmente cuando ingresa en cualquiera de los núcleos que cuenta con su respectiva unidad de bioseguridad y para el ingreso a los galpones y bodegas, debe utilizar los pediluvios ubicados en las diferentes puertas evitando la entrada de patógenos a donde se encuentran las aves; de la misma forma se realiza control de roedores y manejo de mortalidad en compost.

## 5. Desarrollo de actividades

Las funciones del pasante y el plan de desarrollo en la empresa Avidesa Mac Pollo granja avícola Charco Largo incluyeron:

### 5.1. Pesaje de las aves

Durante la vida de las aves reproductoras pesadas, los pesos corporales de los lotes deben seguir una distribución normal, con una variación baja. Dentro de las poblaciones siempre hay una variación natural, inclusive cuando las aves tienen un día de edad.

Un lote de reproductoras, que tengan un estado fisiológico uniforme garantiza un buen estado productivo; que responderán de manera más uniforme a los factores de manejo tanto nutricional como medioambientales. Por consiguiente, se realiza un primer pesaje, de una muestra como mínima del 2% de la población al día de recibimiento; y luego semanales para poder programar el incremento de gramos de alimento, permitiendo obtener datos estadísticos como peso promedio, desviación estándar, coeficiente de variación, uniformidad y mensuales con el propósito de clasificarlas y organizarlas durante las dos primeras semanas todas las aves en tres subpoblaciones de promedios de peso diferentes, livianas, medianas y pesadas a lo que se le denomina primer grading, facilitando que el lote sea más parejo a la hora de alimentación eliminando la competencia entre las aves, y al mes de edad se realiza el segundo grading donde se aumenta las subpoblaciones ya que se dividen a las aves en livianas, medio-livianas, medianas, medianas pesadas y pesadas de manera que cada grupo pueda manejarse de una forma que resulte en una buena uniformidad de la población completa al inicio de la producción, determinando con ello el cumplimiento de un pesaje estándar guía de acuerdo a las semanas de edad de cada animal, según lo establecido por la casa comercial.

## **5.2. Evaluación de control de calidad**

A los lotes que llegaban se les evalúa apariencia de tarsos, pico, plumón, y condición de ombligo con el fin de valorar la calidad de las aves en el momento del nacimiento. Seguimiento del consumo de alimento de las aves durante las primeras 24 horas, mediante inspección de llenado de bucheros con el fin de determinar el desarrollo del apetito y verificar que todas las aves hayan encontrado el alimento y el agua.

## **5.3. Realización de exámenes**

Los exámenes clínico y anatomopatológico, permite determinar las causas de la muerte de los animales mediante examinación de las manifestaciones clínicas y las lesiones macroscópicas en tejidos y órganos, así como para la obtención de muestras adecuadas que se enviaban al laboratorio para realizar estudios de microbiología, serología e histopatología para determinar el agente etiológico.

## **5.4. Vigilancia y control de la calidad del agua**

La granja charco largo, no cuenta con fuentes de agua corriente o agua potable, usa fuente de pozos subterráneos, la cual requiere un manejo especial; se realizaba seguimiento y análisis del agua de forma rutinaria; como medida de bioseguridad, para evaluar el tratamiento de potabilización, Dentro de esta actividad se apoyó con la toma de muestras diarias para realizar test físicos donde se determinaba el pH y presencia de concentraciones de cloro. Periódicamente se tomaban muestra de aguas de diferentes fuentes (bebederos, tanques de almacenamiento y planta), para evaluar las características físico-químicas y microbiológicas que se direccionaban al laboratorio de la empresa.

### **5.5. Supervisión y seguimiento de actividades personal que labora en la granja**

Seguimiento, supervisión de las labores encomendadas a los galponeros en cuanto al cumplimiento del manual de procesos y plan de bioseguridad, donde se superviso todo lo relacionado con las actividades como limpieza, desinfección y manejo de las instalaciones de cortinas, bodegas, túneles, equipos las que se realizaban en el momento del alistamiento y todo lo relacionado con la alimentación de las aves durante el proceso de cría y levante de reproductoras pesadas.

### **5.6. Dosificación, aplicación de plan sanitario y tratamientos**

Evaluar y monitorear el esquema de vacunas vivas o muertas de diferentes cepas que dispone la empresa como una estrategia preventiva en la medicina aviar; de igual manera se realizaron tratamientos antibacterianos y antiparasitarios con el fin de prevenir enfermedades y disminuir las cargas bacterianas que estén afectando la salud de las aves; verificar la inactivación del cloro en el agua cada vez que se realice una medicación o vacunación por medio del agua. Por motivos de políticas de confidencialidad de la empresa, no se nombrará ninguno de los principios activos y comerciales de las vacunas y medicamentos usados en los animales.

### **5.7. Toma de muestras de sueros para examen de laboratorio**

Toma de muestras, con el fin de hacer seguimiento y evaluación a las vacunas donde se obtenían los niveles de títulos de anticuerpos que adquirieran las aves pos vacúnales, muestras de hisopado cloacales, muestras de barridos de cama para determinar la presencia de *Salmonella sp* y muestras de sueros pos-tratamientos contra *Mycoplasma gallisepticum* y *Mycoplasma synoviae*, microorganismos que siguen ocupando un lugar importante en las enfermedades respiratorias de las aves de corral, ya que ocasionan serios problemas.

### **5.8. Apoyo en funciones administrativas**

Apoyo en las diferentes funciones administrativas como: liquidación de pesajes, diligenciamiento de datos diarios, reporte de informes; cierre semanal de registros, programación de alimento necesario para cada encierro, entrega de formato de ración semanal correspondiente al galponero.

Vigilancia de las actividades destinadas al control de plagas (roedores, moscas), evaluación semanal de ganancias de peso de los diferentes de lotes de aves con el respectivo comparativo gráfico, seguimiento de temperatura y humedad en cada núcleo, realizar inventarios de aves, alimento y llenar todo tipo de registros utilizados en la producción avícola.

## **6. Identificación y evaluación de la calidad del agua e incidencia en el desarrollo de las reproductoras pesadas de la línea Ross.**

### **Resumen**

La industria avícola en Colombia, cuenta con alta tecnología, excelentes programas de nutrición y de alimentación; con animales de stripper mejorados genéticamente, los cuales son más sensibles a cualquier cambio en su entorno medioambiental generando una mayor exigencia en las medidas y protocolos de bioseguridad. En el presente informe se muestra detalladamente la identificación y evaluación de la calidad de agua e incidencia en el desarrollo de las aves reproductoras pesadas en los lotes de la granja genética charco largo; mediante muestreos de agua diarios y periódicos evaluando los parámetros físicos químicos, microbiológicos antes y después de su potabilización del agua; puesto que el saneamiento del agua es un componente esencial de la bioseguridad avícola, ya que el agua juega un papel significativo como uno de los nutrientes principales en la producción animal, propiciando el correcto desarrollo de los lotes de

acuerdo a la calidad de agua que se le suministre; que esta depende de gran medida de la fuente de captación que se utilice, que generalmente puede contener un sin número de agentes patógenos y concentraciones de moléculas tóxicas causantes de patologías en las aves; mediante parámetros microbiológicos como físico-químicos se determinó la calidad del líquido y el éxito del tratamiento potabilizador; de igual manera se determinaron puntos críticos de contaminación en la red de conducción, confirmándose en los resultados de las pruebas.

**Palabras claves:** Reproductoras pesadas, Calidad del agua, microbiológico, físicoquímico, bioseguridad.

### **Abstract**

The poultry industry in Colombia counts with sophisticated technology, excellent nutritional and feeding programs, and lineage genetically enhanced animals, which are more sensible to any change in their environmental context making a mayor demand in biosafety actions and protocols, mostly in the waters as vital liquid. This following report shows insightfully the identification, evaluation and monitoring of the water quality and impact this one has in the development of heavy reproducer birds inside the “Charco Largo” farm lots; throughout daily and repeating water samples testing the physicochemical and microbiological parameters before and after the water purification. Because of water cleanliness is an essential component to the poultry biosecurity, the water becomes a significant role as the principal nutrient in animal production, contributing to the correct development of the used collection lots which generally may contain an endless number of pathogens and the consolidation of toxic molecules that causes pathologies in the birds. Trough microbiological parameters such as physicochemical, it was determined the liquid quality and the purification treatment success,

likewise it was determined critical contamination points in the feeder network, thus confirming the test results.

**Key words:** heavy reproducer birds, water quality, microbiological, physicochemical, biosafety.

## 6.1. Introducción

Siendo uno de los componentes y diluyente universal más importantes para la vida, el agua es el líquido vital en la industria avícola, juega un papel significativo como uno de los principales nutrientes en la producción animal, propiciando el correcto desarrollo de los lotes, afectando directamente el índice de conversión de acuerdo a la calidad que se les brinde a las aves. Sin embargo una agua de mala calidad se convierte en la puerta de entrada o vector de un sin número de agentes patógenos y de componentes que pueden alterar la integridad fisiológica y homeóstasis perjudicando tanto el desarrollo como la salud de las aves. Ya que el agua no es un componente estable, este puede variar constantemente y sufrir de contaminación durante la distribución después de su tratamiento potabilizador y de ahí la necesidad de realizarle un seguimiento rutinario y periódico para garantizar una buena calidad de agua desde la planta de tratamiento hasta el punto final de la red de conducción.

La granja genética Charco largo, no cuenta con corrientes de agua superficiales para el suministro del líquido a los diferentes lotes de aves, por lo que utiliza fuentes de pozos subterráneos la cual puede contener compuestos que alteran la calidad del agua, exponiendo a las reproductoras pesadas a patógenos y concentraciones de moléculas tóxicas que influirán en su desarrollo y salud; por ende se implementó un seguimiento rutinario y periódico, con la identificación de los parámetros tanto físico-químicos como microbiológico del agua, antes y

después de su potabilización dentro de la granja, verificando que el suministro de agua sea de óptima calidad para las aves.

## **6.2. Revisión de literatura**

### **6.2.1. Bioseguridad.**

La bioseguridad en la avicultura es un eje fundamental que permite el éxito en las producciones. Según (Ricaurte, 2005) define bioseguridad como el conjunto de prácticas de manejo que van encaminadas a reducir la entrada y transmisión de agentes patógenos y sus vectores, la bioseguridad en una explotación avícola hace referencia al mantenimiento del medio ambiente libre de microorganismos o al menos con una carga mínima que no interfiera con la productividad de las aves. El mayor riesgo que pueda tener una producción avícola es no contar con un plan de bioseguridad.

La bioseguridad en la industria avícola nacional se considera como un sistema que reduce los riesgos de introducir o difundir agentes infecciosos en los planteles avícolas. Un buen sistema de bioseguridad debe buscar reducir al máximo la exposición a los agentes endémicos o exóticos, mantener las aves libres de patógenos específicos y brindar un ambiente sanitario adecuado en el cual las aves puedan desarrollar todo su potencial genético y zootécnico (Instituto Colombiano Agropecuario ICA, s.f).

Un componente esencial en la bioseguridad es el saneamiento del agua que será suministrada a las aves y juega un papel importante en el desarrollo de las producciones avícolas. Según Rubio (2005) refiere que el agua en avicultura supone un elemento de la mayor importancia tanto por el volumen de consumo que representa para los animales como por su utilización como vehículo terapéutico, a su papel como vector de elementos contaminantes.

### 6.2.2. Agua.

Químicamente, el agua es un compuesto muy sencillo, dos átomos de hidrogeno y uno de oxígeno pero biológicamente un nutriente importante para los seres vivos. Carbajal y González (2012) aseguran que el agua es una sustancia de capital importancia para la vida; es una molécula sencilla formada por tres pequeños átomos, con enlaces polares que permiten establecer puentes de hidrógeno entre moléculas adyacentes. Este enlace tiene una gran importancia porque confiere al agua propiedades que se corresponden con mayor masa molecular.

El consumo de agua necesario para realizar las funciones vitales del organismo puede explicarse por la gran representatividad de este elemento en los diferentes tejidos animales como se observa en la Tabla 1; ya que una pérdida de un 10 % del volumen de agua corporal significa un riesgo importante para la salud, la pérdida del 20% supone la muerte. De ahí la necesidad de una buena hidratación en las situaciones de altas temperaturas (Rubio, 2005).

Tabla 1  
*Porcentaje de agua en los organismos vivos.*

Tejido	Porcentaje de agua sobre el total
Huevo de Incubación	70 %
Pollito de 1 día	85%
Pollo adulto	60%
Sangre	83 %
Músculo	75-80%
Cerebro	75%
Hueso	20%

Fuente: Rubio, (2005).

### **6.2.3. Obtención de agua en aves.**

Existen tres fuentes de agua que todos los animales aprovechan: agua de bebida, agua contenida en los alimentos, agua metabólica que es la producida por procesos metabólicos en los tejidos por la oxidación de nutrientes. El agua se pierde por respiración, transpiración y la excreción por las heces y orina. Es importante recordar que las aves no poseen glándulas sudoríparas y esto no permite que transpiren. En cambio, las pérdidas por respiración son muy importantes, ya que cuando se eleva la temperatura ambiental se incrementa la frecuencia respiratoria (jadeo) eliminando mayor cantidad de agua (García, 2011, citado por Chango, 2015).

### **6.2.4. Factores que determinan el consumo de agua.**

El agua, nutriente que se debe ofrecer *ad libitum*, en la avicultura. Según Penz y Bruno (2011) afirman que el consumo de alimento es el principal determinante de la cantidad de agua a ingerir por las aves cuando están en una condición térmica neutra. En general, en las aves se puede observar que el consumo de agua aumenta con la edad. Uno de los factores que predisponen a un aumento en el consumo de agua por las aves es el aumento de proteína cruda en la dieta. Ya que el exceso de proteína se cataboliza y se excreta por vía renal en forma de ácido úrico. Otros factores como la temperatura y los porcentajes de inclusión de los minerales en la dieta también tienen influencia en el consumo de agua, especialmente el sodio y potasio.

### **6.2.5. Calidad del agua.**

Para que el agua sea saludable no debe presentar ningún riesgo de infección o contener concentraciones no aceptables de sustancias químicas peligrosas para los animales que la consumen; los riesgos de infecciones asociadas con el agua son aquellas mayormente relacionadas con la contaminación fecal, y su control depende de la habilidad de evaluar los riesgos y de implementar un tratamiento adecuado para eliminarlos (Revolledo, 2017).

La calidad del agua puede verse afectada por un sin número de agentes causantes de alteración de las condiciones de calidad del líquido propiciando principalmente patógenos a las aves. Una gran cantidad de parámetros microbiológicos y no microbiológicos han sido descritos que pueden proporcionar información útil sobre la calidad del agua, contaminación fecal, cambios de la calidad, así como de la eficacia de los tratamientos (Revolledo, 2017).

La calidad y temperatura del agua se empieza a garantizar desde la toma de la fuente, los tanques de almacenamiento y las tuberías; estos no deben agregar olor ni sabor al agua y no deben ser de colores oscuros que absorben calor del ambiente (Barajas, 2016).

El agua de bebida de los animales cuando es potable con calidad y cantidad juega un papel importante en la avicultura que en gran porcentaje garantiza el óptimo rendimiento de la producción. Kirkpatrick y Fleming (2008) afirman que las aves deben disponer de agua limpia, no contaminada, en todo momento; sin embargo, dependiendo de la fuente de agua que se utilice, ésta puede contener cantidades excesivas de varios minerales o puede estar contaminada con bacterias. El agua es un ingrediente biológico esencial para la vida. No sólo es un nutriente vital, sino también forma parte de muchas funciones fisiológicas esenciales tales como: digestión, absorción, termorregulación, lubricación de articulaciones, órganos y del paso del alimento a través del tracto gastrointestinal, eliminación de residuos. Es también un componente esencial de la sangre y de los tejidos.

#### ***6.2.5.1. Aspectos Físico-Químicos.***

La contaminación de los recursos hídricos es un problema cada vez mayor, debido a la amplia gama de contaminantes, y a la cinética química de las sustancias, elementos, materia orgánica que se incorporan en el agua; es indispensable conocer las características físico-químicas del agua antes de seleccionarla como fuente de abastecimiento de la producción. La presencia de

sustancias químicas disueltas e insolubles en el agua que puedan ser de origen natural o antropogénico define su composición física y química. Desde el punto de vista del agua destinada a bebidas en avicultura hemos considerado indicativas a la turbidez, olor color y al pH (Bellostas, 2009).

La turbidez se origina por las partículas en suspensión o coloides que reducen la transparencia del agua en menor o mayor grado. Las partículas causantes de la turbidez reducen la eficiencia del proceso y protegen físicamente a los microorganismos del contacto directo con el desinfectante; el color, esta característica del agua puede estar ligada a la turbidez o presentarse independiente a ella, este puede orientar acerca del tipo de contaminación; el olor y sabor están, estrechamente relacionados; en términos prácticos, la falta de olor puede ser un indicio indirecto de la ausencia de contaminantes como los compuestos fenólicos; el pH influye en algunos fenómenos que ocurren en el agua, como la corrosión y las incrustaciones en el sistema de distribución (Bellostas, 2009).

Los niveles aceptables de materia orgánica y minerales en el agua para la producción avícola se muestran a continuación.

Tabla 2  
*Criterios óptimos de calidad de agua para aves.*

<b>Criterios</b>	<b>Concentración (ppm)</b>	<b>Comentarios</b>
<b>Sólidos (STD)</b>	1000-3000	Satisfactoria
<b>pH</b>	6,5-8,5	Satisfactoria: lo recomendado para las aves
<b>Sulfatos</b>	200-250	Nivel máximo idóneo
<b>Cloro</b>	500	Nivel máximo idóneo
<b>Dureza</b>	<100 blanda	Buena: sin problemas
<b>Potasio</b>	<300	Buena: sin problemas
<b>Magnesio</b>	50-125	Satisfactoria
<b>Nitratos - nitrógeno</b>	10	Máximo (en ocasiones, niveles de 3mg/l afectan al rendimiento)
<b>Nitritos</b>	traza	Satisfactoria
<b>Hierro</b>	<0,3	Satisfactoria
<b>Bact-coliformes</b>	0 ufc/ml	Idónea: niveles por encima indican contaminación fecal

Fuente: Kirkpatrick y Fleming (2005).

### 6.2.5.2. Aspectos microbiológicos.

Las aves son animales en que el agua es un ingrediente principal en su dieta cumpliendo diferentes funciones fisiológicas por ende es de gran importancia que se les brinde una buena calidad minimizando todos los agentes patógenos y moléculas perjudiciales para las aves. Según Ruiz y Tabares (2013) el agua es, un vehículo natural para la transmisión de numerosas enfermedades que afectan a las aves de producción. En numerosos estudios se ha comprobado la importancia que el agua de bebida insuficientemente tratada actúa como vector de diferentes especies bacterianas, como *E. coli*, *Salmonella*, *Campylobacter* o *Pseudomonas*, pero también en enfermedades parasitarias, como *Cryptosporidium*, o víricas como influenza aviar, bursitis infecciosa o Newcastle.

La carga microbiana final del agua de bebida consumida por las aves depende de la carga primaria del agua que entra en el interior del sistema de tuberías, la contaminación dentro del sistema por el “biofilm” en las tuberías, la contaminación del agua en bebederos abiertos por, el polvo transportado por el aire en la nave, por el pienso o por los elementos del tamo, pero también por las deyecciones de los animales con sus actividades cerca de los bebederos (Kamphues y Ratert, 2013).

#### 6.2.5.2.1. El biofilm.

Son comunidades complejas de microorganismos que crecen adheridos a una superficie inerte o viva; en los sistemas de distribución de agua en explotaciones avícolas es muy común su presencia; su proceso de formación es muy rápido y consiste en adherencia, maduración, dispersión y recuperación estas formaciones pueden contener microorganismos patógenos, y

presentan una mayor resistencia a la desinfección, incrementan las probabilidades de contaminación del agua y de que esta sea un vector de transmisión de patologías. Además del riesgo de contaminación, su desarrollo puede interferir en diferentes procesos de suministro de tratamientos medicamentosos y obstruir las tuberías (Bellostas, 2015).

#### **6.2.5.3. Técnica para análisis microbiológico.**

La filtración de membrana es una de las técnicas más utilizadas para realizar análisis microbiológicos a muestras de aguas es filtración por membrana. Según Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM, 2007) la filtración por membrana es el mecanismo mediante el cual se atrapan en la superficie de la membrana microorganismos cuyo tamaño es mayor que el tamaño del poro 0.45  $\mu\text{m}$ , esto gracias a que una bomba eléctrica ejerce una presión diferencial sobre la muestra de agua haciendo que se filtre; las bacterias quedan en la superficie de la membrana y luego está es llevada a un medio de enriquecimiento selectivo el cual promueve el crecimiento y la identificación.

#### **6.2.6. Fuentes de agua.**

Las fuentes de agua para la industria avícola son variadas y pueden diferenciarse de una granja a otra, entre regiones, y entre el origen de captación. Las fuentes más frecuentes de agua utilizadas en la producción avícola son:

**Aguas superficiales:** ríos, lagos acequias y quebradas. Los lagos: generalmente son sometidos a vientos, temperaturas, radiación solar, presencia de algas y animales acuáticos que modifican su calidad biológica. Pozo Artesanales o aljibes: de poca profundidad, que captan algunas aguas suspendidas de nivel freático bajo, deben estar ubicado mínimo a 30 metros de algunas aguas negras y fosas de mortalidad. Pozo profundo: aguas más estables en calidad y cantidad, debido a

filtración natural acompañada de gas carbónico y disminución de oxígeno generalmente, aguas duras y de alto contenido de hierro (Delgado, 2017).

#### **6.2.6.1. Aguas Subterráneas.**

Estas reservas de aguas que ocurren en el subsuelo en Colombia, corresponden principalmente a ambientes sedimentarios y vulcano clásticos que se han depositado en el tiempo geológico y que interactúan con los ciclos de vida actuales. Las aguas subterráneas en Colombia constituyen un recurso que día a día adquiere mayor importancia, pues son reconocidas tanto por ser fuentes alternas de aprovechamiento en cuencas con acceso limitado de aguas superficiales (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2010).

#### **6.2.7. Potabilización del agua.**

La desinfección del agua, incluye los procesos especializados en la destrucción de organismos patógenos; tradicionalmente, los procesos de desinfección se emplean para destruir o inactivar organismos que puedan afectar la salud humana o de los animales; tales microorganismos pueden sobrevivir por semanas a temperaturas cerca de los 21 °C, o meses a temperaturas bajas. Su supervivencia en el agua depende de factores ambientales, fisiológicos y morfológicos, tales como pH, suministros de oxígeno (O<sub>2</sub>) y de nutrientes, la competencia con otros organismos o su habilidad para formar esporas, entre otras (Delgado, 2017).

#### **6.2.8. Proceso Pre-tratamiento.**

Según Delgado (2017) asegura que el proceso en el tratamiento busca la remoción parcial de sólidos en suspensión (turbiedad), los cuales pueden ser orgánicos, inorgánicos o sólidos en

solución (metales). El proceso empieza con el proceso de coagulación que de acuerdo a la turbidez del agua, se determina que cantidad de coagulantes y floculantes se debe utilizar. Seguidamente se continúa con la filtración que es un sistema utilizado para atrapar coloides y producir aguas cristalinas; finalmente se termina con la oxidación proceso en el cual se adiciona productos oxidantes como el cloro que ocasiona la formación de hidróxidos insolubles los cuales son removidos mediante el proceso de filtración.

### **6.2.9. Desinfectantes.**

Los biocidas que se utilizan para higienizar el agua de bebida son agentes oxidantes muy potentes, con altos valores de potencial de oxidación-reducción. Su poder bactericida se expresa a través de un mecanismo de oxidación química, penetrando la pared celular y alterando su metabolismo, llegando a destruir la membrana citoplasmática, desnaturalizando las proteínas estructurales o enzimáticas, así como los ácidos nucleicos (Freixes, 2018).

#### **6.2.9.1. *Hipoclorito de calcio Ca (ClO)<sub>2</sub>***

Desinfectante en presentación sólida, agente oxidante que en su utilización forma derivados como el ácido hipocloroso tiene un rango de actuación ideal con el pH del agua entre 5 y 7, por encima empieza a combinarse y se degrada; el cloro es muy reactivo reaccionando con todo en el agua, con el amoníaco forma cloraminas, con el hierro, magnesio, calcio y magnesio precipitados (Llena, 2015).

#### **6.2.9.2. *Hipoclorito sódico (NaClO)***

Desinfectante químico más utilizado en la potabilización de las aguas, por razones de economía, fácil uso y efectividad. Presenta algunas limitaciones como su espectro de eficacia

que es más reducido en la presencia de materia orgánica produciendo compuestos organoclorados tóxicos, como los trihalometanos. Con respecto de su actividad frente al biofilm, resulta menos efectivo que otros desinfectantes (Pérez, 2014).

#### **6.2.9.3. *Peróxido de hidrógeno.***

Es un compuesto desinfectante muy oxidante con amplio espectro contra bacterias, hongos, levaduras, virus, esporos y algas. Su actividad desinfectante no depende del pH y resulta algo más eficaz en presencia de materia orgánica. La dosis óptima de uso es de 15 mg/l, su actividad oxidante se ve incrementada por la producción de radicales libres hidroxilo.

#### **6.2.9.4. *Dióxido de cloro.***

Es de un desinfectante oxidante con un amplio espectro de actividad bacterias, hongos, levaduras, virus, esporos y algas, tampoco depende del pH y es activo en presencia de materia orgánica. Su inconveniente principal son los altos costos iniciales y de mantenimiento (Pérez, 2014).

#### **6.2.9.5. *Ácidos orgánicos***

En la industria avícola han querido apostar a la utilización de alternativas en productos biológicos uno de ellos son los ácidos orgánicos. Según Puig (2014) reporta que “Los acidificantes son un tratamiento del agua que cuenta con ciertos valores añadidos a la simple higienización del agua” (p.2). Estos compuestos biológicos tienen unos mecanismos de acción a la hora de actuar como un biostático tanto en el agua como el tracto gastrointestinal de las aves. (Díaz, s.f) refiere que el principio fundamental del modo de acción de los ácidos orgánicos sobre las bacterias se basa en que en su estado no disociado, y lipofílicos pueden penetrar la pared

celular e interrumpir la fisiología normal de algunos tipos de bacterias como Coliformes, *Clostridia*, *Salmonella*, *Listeria Spp.*

#### **6.2.10. Aspectos veterinarios específicos sobre el agua.**

Contrariamente a las condiciones en otros animales para carne, el agua de bebida en avicultura se usa de forma rutinaria para la aplicación de vacunas, medicamentos terapéuticos, como antibióticos, pero también para la aplicación de aditivos, como vitaminas, micro elementos y otras sustancias. Para evitar un crecimiento desmesurado de los microorganismos se administran secundariamente ácidos orgánicos (Kamphues y Ratert, 2013).

#### **6.2.11. Principales afecciones en aves por mala calidad del agua.**

Los agentes patógenos transmitidos por el agua se agrupan en tres clases generales: bacterias, virus y protozoarios parasitarios, cada una con diversas especies identificadas. Las bacterias y virus contaminan tanto las aguas superficiales como las subterráneas, mientras que los protozoarios parasitarios aparecen predominantemente en el agua superficial (Tardiff, 1993, citado por Christman, 1998).

#### **6.2.12. Enfermedades Bacterianas.**

##### **6.2.12.1. Enfermedad Respiratoria Crónica (CRD).**

Agente etiológico *Mycoplasma gallisepticum*. Principales signos clínicos dificultad respiratoria, pérdida de peso, estertores respiratorios, disminución de producción del huevo, pérdida de la uniformidad y conversión de alimento, alta mortalidad. El agente etiológico puede contaminar el agua por las expectoraciones de las aves silvestres infectadas (Amaral, 2004).

#### **6.2.12.2. Colibacilosis.**

Agente etiológico *Escherichia coli* hace referencia a cualquier infección localizada o sistémica causada total o parcialmente por la bacteria, la cual es un huésped ordinario del tracto intestinal, que se convierte en patógeno cuando sus colonias proliferan en forma excesiva como consecuencia de factores que favorecen el desarrollo de su virulencia. En términos generales y en la forma más reconocida, la infección se caracteriza por provocar una enteritis (Mejia, 2012).

#### **6.2.12.3. Cólera aviar.**

Agente etiológico *Pasteurella multocida*. La enfermedad se contagia por la ingestión a través del agua de bebida, alimentos o cama contaminados con las deyecciones de las aves enfermas o portadoras. La forma sobreaguda se presenta con la muerte súbita de las aves sin que éstas manifiesten el más ligero síntoma o lesión. (Huberman y Terzolo, 2016).

#### **6.2.12.4. Salmonelosis.**

Agente etiológico *Salmonella gallinarum*. La transmisión horizontal se asocia al contacto directo entre aves, la ingestión de heces contaminadas o cama, personal o equipamiento, aguas contaminadas, el agente puede estar presente en el agua como resultado de contaminación fecal. Dentro de los signos que se repiten con frecuencia están la depresión, de moderada a severa, diarrea verde esmeralda y con la diseminación de la enfermedad dentro del galpón (Pulido, 2017).

#### **6.2.12.5. *Campylobacteriosis.***

Agente etiológico *Campylobacter*. El agua estancada, los charcos y los pediluvios sin una concentración adecuada de desinfectante son puntos donde puede sobrevivir durante largos periodos. Se ha visto también que una asociación muy marcada entre esta contaminación ambiental y las condiciones climatológicas, siendo la recuperación de la bacteria más frecuente durante y tras la época de lluvias (García, Abad, Serrano, Castro, y Lorente, 2013).

#### **6.2.13. Enfermedades causadas por virus y protozoos.**

Concretamente en avicultura, los patógenos transmitidos por el agua incluyen ciertos virus y protozoos según Amaral (2004) las enfermedades que causan estos son:

##### **6.2.13.1. *Enfermedad de Newcastle.***

Agente etiológico *Paramyxovirus*. Principales signos: respiratorio, neural o digestivo signos, disminución de la producción de huevos, presenta alta mortalidad. El agente etiológico puede estar presente en el agua debido a la contaminación por heces y descargas del tracto respiratorio de aves infectadas.

##### **6.2.13.2. *Bronquitis infecciosa.***

Agente etiológico *Coronavirus*. Principales signos: insuficiencia respiratoria, disminución producción de huevos, el agente etiológico puede contaminar el agua contaminación fecal o por descargas de las vías respiratorias tracto de aves infectadas.

#### **6.2.13.3. Enfermedad de Marek.**

Agente etiológico *Herpesvirus*. Presenta signos como pérdida de peso, parálisis y mortalidad, el agente etiológico puede estar presente en el agua debido a la descamación epitelial de aves infectadas.

#### **6.2.13.4. Encefalomiелitis aviar.**

Agente etiológico: *Picornavirus*. Principales signos: ataxia, temblor de cabeza, cuello y extremidades. El agente puede estar presente en el agua debido contaminación por heces.

#### **6.2.13.5. Enfermedad de Gumboro.**

Agente etiológico: *Birnavirus*. Principales signos: palidez, postración y bajo resistencia. El agente etiológico puede estar presente en el agua debido a la contaminación fecal.

#### **6.2.13.6. Histomoniasis.**

Agente etiológico *Histomonas meleagridis*. Principales signos: postración, plumas erizadas, y diarrea amarillenta. El agente etiológico puede estar presente en el agua por contaminación fecal.

#### **6.2.13.7. Coccidiosis.**

Agente etiológico *Eimeria sp.* Principales signos, heces oscuras con sangre, caída alas, plumas erizadas, pérdida de pigmentación en los tarsos, el rendimiento del lote es menor. El agente etiológico puede estar presente en el agua por contaminación fecal (p.192).

## **6.2.14. Alteraciones causadas por moléculas en el agua en aves.**

### **6.2.14.1. Nitratos y nitritos.**

La presencia de nitratos y nitritos en el agua de bebida puede ocasionar serios problemas de salud a los animales ya que van a disminuir la capacidad de transporte de oxígeno en la sangre. Porque la hemoglobina reacciona con los nitritos y forma metahemoglobina, perdiendo su capacidad para transportar el oxígeno. Los animales presentan cianosis, diarreas, retrasos del crecimiento e incoordinación de movimientos y finalmente la muerte; por su parte, los nitritos a dosis más bajas son mucho más tóxicos que los nitratos, de tal manera que dosis de 1 mg/l pueden resultar tóxicas para las aves (Sotillo y Hevia, 2005).

### **6.2.14.2. Sulfatos y cloro.**

En la mayoría de las ocasiones la concentración del cloro suele ser baja, no ocasionando problemas de salud a las aves. Sin embargo, niveles de 14 mg/l de cloro, sí pueden interferir en el normal desarrollo de los pollos, si se combinan con valores superiores a 50 mg/l de sodio. Los sulfatos son uno de los principales responsables de la mala calidad del agua en las explotaciones animales. Los sulfatos no son bien tolerados por las aves, provocando diarreas y retrasos en el crecimiento (Sotillo y Hevia, 2005).

### **6.2.14.3. Magnesio.**

Cuando se combina con el ion sulfato para formar el sulfato de magnesio, puede ocasionar diarreas en las aves. Sin embargo, valores cercanos a 50 mg/l sí que pueden retrasar el desarrollo si se combinan con niveles de sulfatos superiores a 50 mg/l (Sotillo y Hevia, 2005).

## **7. Identificación y evaluación de la calidad del agua e incidencia en el desarrollo de las reproductoras pesadas de la línea Ross**

Se evaluó el suministro del agua en la granja genética charco largo mediante la evaluación general del sistema de abastecimiento. Teniendo en cuenta aspectos como el origen, diseño y funcionamiento del sistema de captación, tratamiento y distribución del agua a las aves. Como se mencionó anteriormente la granja genética charco largo está ubicada en el municipio de Lebrija, vereda Portugal a una elevación 1074 msnm con una temperatura promedio de 17 a 30 ° C, con vientos 1.5 m / s, humedad 64 % y una presión 1018 hPa. Colinda con producciones ganaderas y otras producciones avícolas, la granja está a una distancia promedio de 800 metros de núcleos poblacionales aproximadamente de 300 personas.

### **7.1. Tratamiento de potabilización del agua**

#### **7.1.1. Captación.**

La granja no cuenta con afluentes cercanos para el abastecimiento de agua; por lo cual recurrió a fuentes de aguas subterráneas, con una profundidad de captación 80 metros la distancia del punto de captación a la planta de tratamiento es de 300 metros y de la planta a los tanques de distribución para cada núcleo o naves de producción es de aproximadamente 100 a 500 metros.

La Canalización del agua captada se conduce hacia la planta potabilizadora por medio de tubos de pvc de 3 pulgadas utilizando sistemas de impulsión. Ya que la fuente de agua se encuentra a un nivel más bajo que la planta, el transporte del agua se realiza mediante bombas al tanque de recepción que tiene una capacidad de 50.000 litros de agua construido en material.

### **7.1.2. Floculación.**

El agua se somete a este proceso mediante movimientos giratorios que genera el floculador una pala eléctrica, con lo cual se eliminan las partículas en suspensión, aplicando agentes químicos produciendo que las partículas se unan formando los flocos. Esta aglomeración de partículas, al ser más pesada que cada partícula individual, se asienta, eliminando la turbidez, permitiendo que el agua pueda clarificarse.

### **7.1.3. Decantación.**

El agua se ubica en un tanque con capacidad de 50000 litros donde permanece quieta, para que se produzca la separación del líquido los sólidos, y se depositen en el fondo por su propio peso; este procedimiento se realiza con a la adicción del producto químico policloruró de aluminio (PAC-03).

### **7.1.4. Filtración.**

En esta fase el agua se separa de la materia en suspensión haciéndola pasar a través de un filtro especial cuyo resultado final es un agua más clara.

### **7.1.5. Cloración o Desinfección.**

En este proceso se destruyen los agentes microbianos que pudiesen estar presentes en el agua, utilizando productos químicos como hipoclorito de sodio o hipoclorito de calcio, el encargado dosifica de acuerdo a la concentración recomendada.

Todo este procedimiento se realiza una vez al día, por un personal exclusivo para tal tratamiento de potabilización de agua, teniendo en cuenta en la etapa en que se encuentran las aves va a depender el consumo y la necesidad de realizar el procedimiento más de una vez al día.

#### **7.1.6. Distribución.**

Una vez finalizada la potabilización, el agua se lleva a las estaciones de bombeo desde donde se distribuye gracias a la red de tuberías, por motobombas hasta dos tanques de almacenamiento en diferente nivel cada uno con un volumen de 30.000 litros, después se traslada a los tanques de distribución los cuales se encuentra a un nivel alto con una capacidad de 62. 000 litros para lograr la distribución por gravedad a los diferentes núcleos de la granja donde la recepción se hace en tanques de 1000 litros plásticos por galpón y se dirigen por medio de tubería de pvc hacia los galpones que terminara en los bebederos de campana.

#### **7.1.7. Dosificación de la cantidad de químicos y biocidas a utilizar.**

Al realizar el tratamiento de agua en la granja se utilizan los siguientes químicos: Sulfato de aluminio (alumbre) este promueve la decantación de partículas sólidas suspendidas en el agua utilizando alumbre tipo B, con una presentación comercial de 25 kilos a una concentración de 15,2 %; el policloruro de aluminio (PAC) es un polímero coagulante-floculante, muy eficiente para el tratamiento de aguas con alto contenido de hierro, aguas duras o con color. La cantidad de gramos a utilizar se calcula multiplicándolo los metros cúbicos de agua a tratar por ppm utilizando un rango usual de 50 a 200ppm, dependiendo de la calidad del agua a tratar.

El hipoclorito de calcio (cloro) es un agente altamente oxidante, en presentación de pastillas a una concentración de 91% y granulado al 75%. La cantidad de gramos a utilizar se calcula mediante la siguiente formula: metros cúbicos de agua a tratar por ppm multiplicado por 100 dividido en la concentración del producto.

## 7.2. Toma de muestras

### 7.2.1. Toma de muestras para análisis Físico-Químico y Microbiológico.

Se procedió a realizar tomas de muestra de aguas provenientes de la captación antes de su tratamiento para evaluar sus características físico químicas y microbiológicas del agua del pozo subterráneo estas fueron recolectadas de manera aséptica en bolsas plásticas estériles resellables, cuya capacidad es de 100 centímetros cúbicos, se utilizaron dos tipos: bolsa cinta amarilla para muestras de análisis fisicoquímico y bolsa cinta morada que contiene una pastilla inhibidora de cloro, para tomar las muestras del análisis microbiológico y poder evaluar el tratamiento que se realizaba en la granja identificar la calidad del agua que se le estaban suministrando a los lotes de aves.



*Figura 3.* Muestras de aguas de la planta de tratamiento para análisis.

Fuente: Flórez, (2018).

Del mismo modo se realizó toma de muestras de diferentes puntos de la granja, tanques de almacenamiento, tanques de distribución, tanques de recepción de los galpones y bebederos de campana donde las muestras fueron recolectadas directamente, utilizando jeringas estériles con

capacidad de 60mL y luego, de manera aséptica, se transfirió a las bolsas. Estas muestras fueron enviadas al laboratorio, transportadas en cavas con cubos de hielo, para procesamiento de pruebas físico-químicas y microbiológicas.

### **7.2.2. Toma de muestras diarias test kit.**

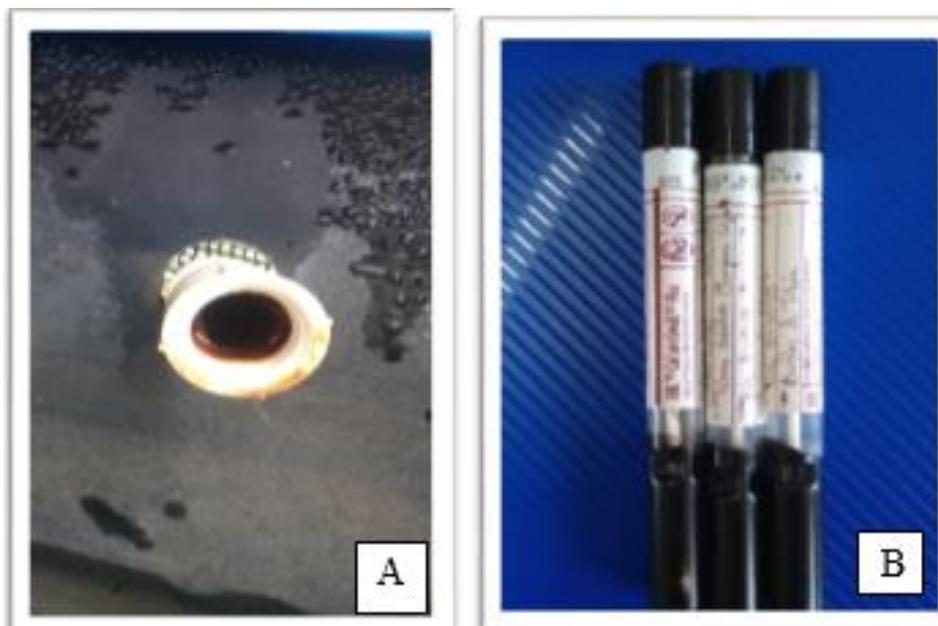
Debido a que el agua no es un elemento estable se realizó un seguimiento diario al pH y concentración de cloro, con el test kit, tomando muestras de agua en diferentes puntos con el fin de verificar que estos parámetros sean óptimos para el desarrollo de las aves. La toma de muestra en el bebedero de campana se realizó directamente del platón de donde toman agua las aves donde se evidencio que las concentraciones de cloro son muy mínimas debido a que este se volatiliza muy rápido. Lo que conllevó al planteamiento de un problema ¿Cuánto tiempo permanece el agua con concentraciones óptimas de cloro en el bebedero inhibiendo el crecimiento de microorganismos? ¿Cuánto tiempo demoraban las aves en desocupar el bebedero, y en recargarse este de nuevo?

Con el planteamiento del problema se procedió a realizar seguimiento al agua del bebedero y tiempo en recargarse, para analizar esto se tomaron muestras de agua de los bebederos: primera toma recién cargado el bebedero, segunda toma a los 5 minutos, tercera toma a los 10 minutos; para confirmar los resultados del test kit se realizó la medición potencial de óxido-reducción (ORP).

### **7.2.3. Análisis biocapa de las tuberías.**

Otro factor que se analizó fue la biocapa o biofilm, en el que se procedió revisar el interior de las tuberías de distribución de agua potable de la granja para evidenciar la presencia de este complejo y relacionar en cuanto tiempo este se presentaba luego de realizar desinfección de la

red de conducción y se tomó una muestra en un medio estéril (culturetes) y en tubos lethin los cuales se remitieron al laboratorio para su estudio para determinar la carga de microorganismo.



*Figura 4.* Toma de muestra de biofilm (A) tuberías de suministro de agua potable de tanques de almacenamiento de galpones. (B) medios de transporte de muestras culturetes.

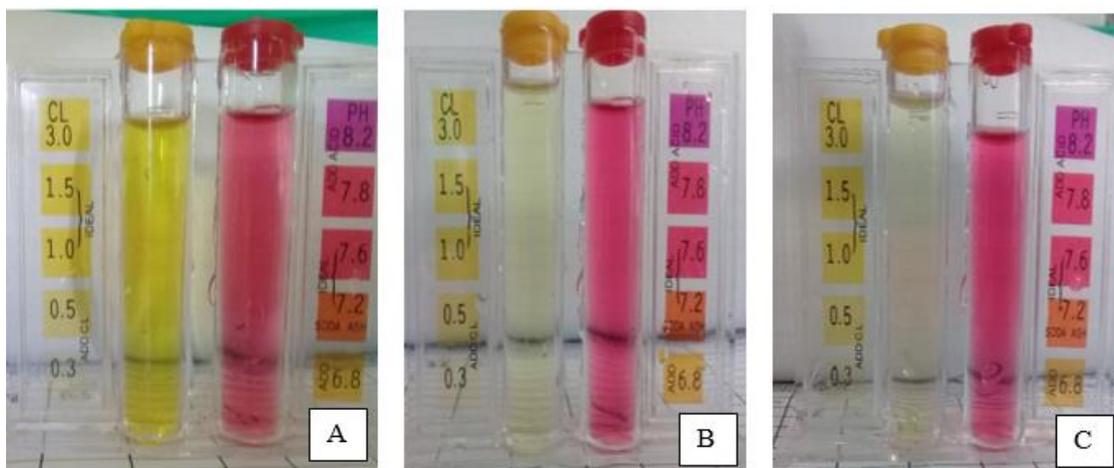
Fuente: Flórez, (2018).

### **7.3. Inactivación del agua**

Es común que se presente interacciones de los medicamentos con agentes oxidantes de higienización del agua y que estos ejerzan su acción biocida en vacunas vivas; por lo mencionado anteriormente en la granja genética se enactivaba, el agua con el fin de evitar que se presentaran dichas situaciones; se utilizaba un producto que actuaba como un agente quelante de las moléculas de cloro, altamente soluble en el agua, el cual actúa rápida y eficazmente, secuestrando los iones del cloro, de ahí que el agua neutralizada puede ser utilizada con toda seguridad después de 5 a 10 minutos, garantizando la eficacia del tratamiento como de la vacuna.

#### 7.4. Resultados

Evaluando el tiempo en que permanece el agua con concentraciones óptimas de cloro en el bebedero inhibiendo el crecimiento de microorganismos, se observó que diferentes factores como la edad de las aves, la hora del día, la temperatura ambiente, y el momento de la ración influyen directamente en las concentraciones de cloro. Se realizó tomando muestras cada 5 minutos en un día fresco a media hora de haber racionado las pollitas. Los resultados obtenidos fueron los siguientes: Primera toma recién cargado el bebedero donde se obtuvieron concentraciones de cloro 3 ppm, pH de 7.8. Segunda toma a los 5 minutos con concentración de cloro 0.3 ppm, pH 7.8. Tercera toma a los 10 minutos con 0 concentración de cloro como se observa en la figura 5.



*Figura 5.* Pruebas de agua TEST KIT. (A) Muestras de aguas tomada recién cargado bebedero. (B) Muestra de agua toma a los 5 minutos. (C) Muestra de agua tomada a los 10 minutos.

Fuente: Flórez, (2018).

La medición ORP evidencio valores inferiores de 370 mV, relacionándolo con la perdida de concentración de los compuesto del cloro, por ser un agente altamente volátil cuando entra en

contacto con el oxígeno, generando pérdida en la efectividad de las moléculas, proporcionado un medio adecuado para el crecimiento de agentes patógenos en el agua, alterando la calidad de agua de bebida generando alteraciones homeostáticas, presentándose una morbilidad moderada de diarreas en el lote 826.

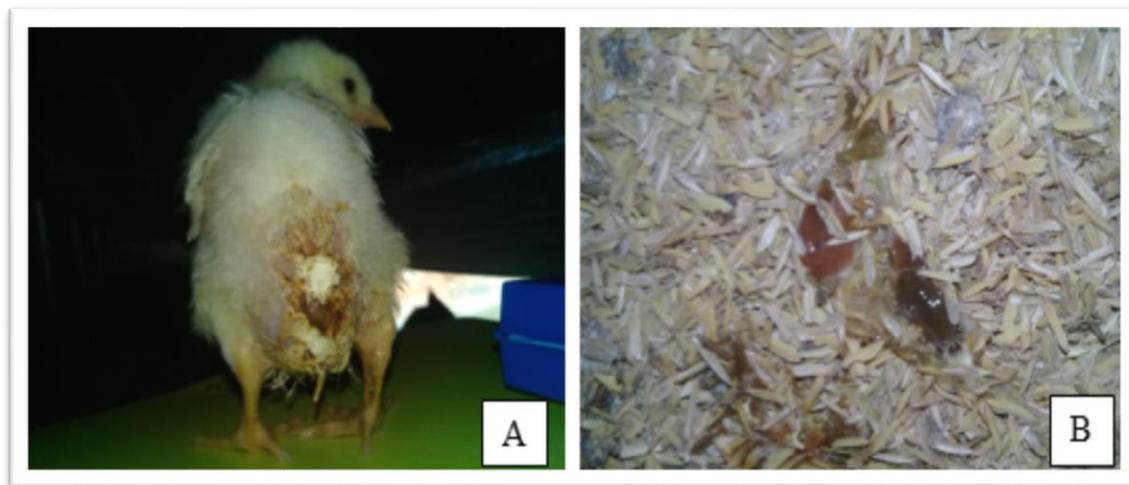


Figura 6. (A) Pollita con diarrea, (B) deposición diarreaica.

Fuente: Flórez, (2018).

#### 7.4.1. Puntos críticos de contaminación del agua bebida durante la distribución.

Durante la toma de muestras de agua en los diferentes puntos, se observó que en los tanques de almacenamiento de los galpones del núcleo 2 que suministraba agua al lote 825, se evidenció una fuente de contaminación para el agua por parte de *Achatina fulica* caracol africano (figura 7) quien es portador de un sin número de agentes patógenos que están presentes en sus excretas, afectando tanto la integridad de las aves como del personal que labora en dicho núcleo.



*Figura 7.* Punto crítico de contaminación tanques de almacenamiento.

Fuente: Flórez, (2018).

Debido a que la cama está distribuida en todo el área del galpón, este juega como un agente de contaminación del agua de bebida debido a dos factores tipo, altura de bebedero y conductas comportamentales de las aves que tienden a escarbar el tamo introduciéndolo dentro del bebedero (figura 8), alterando la integridad de la calidad del agua.



*Figura 8.* Punto crítico de contaminación del agua de bebida. (A) altura de bebedero. (B) aves escarbando tamo. (C) bebederos contaminados con tamo.

Fuente: Flórez, (2018).

#### 7.4.2. Influencias de la cantidad de bebederos en el desarrollo de las futuras reproductoras.

Durante la evaluación de la calidad del agua en la granja, se observó que el número de bebederos eran insuficientes para el total de las aves del lote 826 en su tercera semana de vida. Donde se procedió sacar la densidad en que se encontraban a 120 aves por bebedero. La restricción de agua perjudica directamente a las aves reduciendo el consumo de alimento y generando una pérdida de la ganancia del peso semanal; se realizó instalación de equipos con el fin de disminuir el número de aves por bebedero.



*Figura 9.* Numero de bebederos insuficientes en el lote 826.

Fuente: Flórez, (2018).

En la *figura 10* se observa la disminución consumo de alimento del lote 826 y se relaciona con la perdida de la ganancia semanal de peso en la semana tercera; con la instalación de más equipos ya para la semana cuarta en adelante se observa la recuperación del consumo como de la ganancia de peso en el lote.

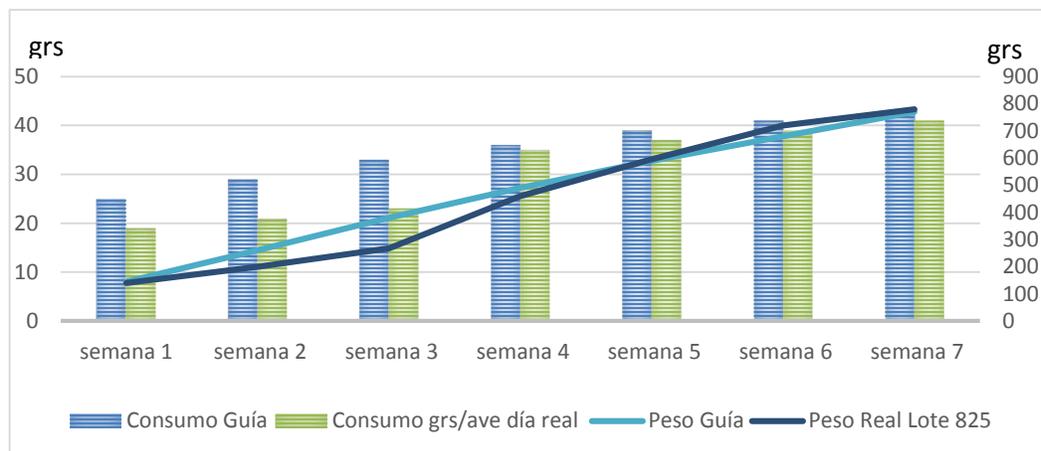


Figura 10. Relación de consumo de alimento y ganancia de peso semanal del lote 826

Fuente: Datos estadísticos de plataforma Avidesas.

### 7.4.3. Resultados de pruebas fisicoquímicos.

Los resultados obtenidos de las pruebas fisicoquímicos del agua que se extrae del pozo subterráneo en la granja en la (Tabla 3) evidencian alteraciones en algunos parámetros.

Tabla 3  
Resultados de análisis físico-químico del agua.

Parámetros	Agua sin tratar	Agua tratada	Agua tanque de almacenamiento	Agua del bebedero	Permitido
pH	6.57	7.9	6,97	7.48	6.6- 7.5
Dureza	253	240	237	245	0-60
Cl2	0.36	1.77	1.91	0.56	0.5 -2ppm
NO2	< 0.02	< 0.02	< 0.02	<0.02	0.4 mg/l
NO3	< 1	< 1	<1	<1	10 mg/l
CL-	28	22	15	23	14 ppm
Fe	1.54	0.14	0.21	0.17	0.3ppm

Fuente: Laboratorio Microbiológico Sistema de Calidad Avidesas.

El pH que se encuentran por debajo de los criterios óptimos de calidad de agua, otros parámetros alterados fueron la dureza, cloruros y las moléculas de hierro que se encuentran por encima de los valores permitidos. En cuanto a la dureza o título hidrotimétrico nos indica que el agua tiene altas concentraciones de calcio y magnesio esto debido a que procede de suelos calcáreos. La presencia de altas concentraciones de moléculas hierro afecta las propiedades organolépticas del agua y produce manchas indelebles al oxidarse en la superficie de las paredes de los tanques de tratamiento.

En los resultados de las pruebas fisicoquímicas del agua potabilizada se evidencia incremento en el pH después del tratamiento de potabilización esto puede ser debido a la utilización del policloruro de aluminio agente que aumenta el pH del agua, en cuanto a la dureza y los cloruros es mínima la variación que sufre con el tratamiento de potabilización indicando que no se presentaron la formación de hidróxidos insolubles en el momento de la oxidación.

En los parámetros obtenidos de la prueba físico química de agua de los tanques de almacenamiento y bebedero de los galpones se evidencia que se siguen manteniendo las mismas alteraciones fisicoquímicas del agua de tratamiento en cuanto a su dureza y cloruros.

#### **7.4.4. Resultados de metales pesados del agua**

Por el uso de aguas subterráneas se realizó análisis de metales pesados ya que estas generalmente tienen altas concentraciones de sustancias químicas que pueden ser tóxicas para los animales como para la salud pública en la tabla 4 se evidencian los resultados.

Tabla 4  
 Resultados de metales pesados de agua subterránea de la granja.

PARAMETROS	UNIDADES	RESULTADOS MUESTRA	Permitido según decreto 1594
Plomo	mg/l	ND	0.1
Cadmio	mg/l	ND	0.05
Cromo	mg/l	ND	1.0
Zinc	mg/l	0.0048	25

Fuente: laboratorio de control de calidad y diagnóstico Universidad de Pamplona. ND: no detectado.

En el decreto 1594 de 1984 reglamenta el uso del agua, en su Artículo 41 da los criterios de calidad admisibles para la destinación del recurso para uso pecuario basándonos en este decreto se evidencia que los valores obtenidos del análisis de metales pesados al agua subterránea de la granja no se detectaron trazas y otros con mínimas que no superan los valores máximos aceptables.

#### 7.4.5. Resultados de análisis microbiológico

En los resultados del análisis microbiológico de las muestras de agua sin tratar (Tabla 5) se observó alto recuento de mesófilos y presencia de coliformes totales incluidos en este grupo a los géneros *citrobacter*, *klebsiella*, *enterobacter*; estos contajes elevados son debido a la microbiota saprofita que es abundante en estos tipos de aguas sin tratar y coliformes fecales *Escherichia coli* que es testigo directo de contaminación fecal, que por acción de las lluvias arrastra materia orgánica y fecal a la fuente de agua subterránea.

Tabla 5  
Resultados de pruebas microbiológicas del agua.

	Resultado Agua sin tratar	Agua tratada	Agua de tanque Almacenamiento	Agua de bebedero campana	Rangos permitidos
Rto. de Mesófilos	Incontable x10	8	999	999	< 100 ufc/100ml
Coliformes Totales	< 3	0	2	8	< 0 ufc/100ml
E. Coli	< 3	0	0	4	< 0 ufc/100ml
Salmonella spp	Negativa	Negativa	Negativa	Negativa	en 25 grs

Fuente: Laboratorio Microbiológico Sistema de Calidad Avidesa.

En los resultados microbiológicos del agua tratada (Tabla 5) se evidencia el éxito y efectividad del tratamiento potabilizador que se efectúa en la granja charco largo ya que disminuyo el recuento de agentes patógenos y no se evidencia presencia de coliformes totales, ni de *Escherichia coli*. Esto nos da a entender que en el proceso de tratamiento el agente biocida utilizado en la granja actúa eliminado casi el total de los microorganismos que se evidenciaron en el análisis microbiológico del agua antes de sufrir el proceso de potabilización.

Los resultados de las pruebas microbiológicas del agua proveniente de los tanques de almacenamiento de los galpones evidencian un alto recuento de unidades formadoras de colonias de mesófilos y de coliformes totales, lo que nos indican que en el proceso de distribución hay un punto crítico de contaminación que concuerda con la detención de agentes contaminantes durante el seguimiento de calidad de agua donde se encontraron caracoles africanos en estos tanques de almacenamiento debido a que estos no son aéreos encontrándose en la superficie facilitando el absceso a diversos agentes.

Los resultados de la prueba microbiológica del agua del bebedero de campana donde se evidencian alto recuento de mesófilos, coliformes totales y *Escherichia coli*, agentes contaminantes que deprimen la calidad del agua de bebida para las aves, esto debido a que los bebederos son abiertos donde reciben contenidos contaminados como el tamo y eyecciones de las mismas aves.

#### 7.4.6. Resultados de la prueba microbiológica de la tubería

Los resultados del análisis de biofilm de tuberías (Tabla 6) no se observa presencia de crecimiento de microorganismos utilizando método de cultuaretos. Lo que puede indicar la no presencia de microorganismos en las tuberías.

Tabla 6  
*Análisis de biofilm de tuberías por cultuaretos.*

Galpón	LUGAR	RESULTADO CRECIMIENTO
Galpón 4	Tubería Bebedero Campana Biofilm	Negativo
Galpón 4	Tubería Tanque Almacenamiento Biofilm	Negativo
Galpón 7	Tubería final del galpón Biofilm	Negativo

Fuente: Laboratorio Microbiológico Sistema de Calidad Avidesa.

Debido a que por el método de cultuaretos no se evidenció crecimiento de microorganismo, se decidió enviar muestra en tubos Lethin para poder realizar recuento de mesófilos los resultados se muestra en la tabla 7.

Tabla 7  
*Recuento de mesófilos en muestra de biofilm*

Galpón	LUGAR	Recuento de mesófilos UFC/ml	Rangos permitidos UFC/ml
Galpón 4	Tubería Bebedero Campana Biofilm	230	<100
Galpón 4	Tubería Tanque Almacenamiento Biofilm	150	<100
Galpón 7	Tubería final del galpón Biofilm	240	<100

Fuente: Laboratorio Microbiológico Sistema de Calidad Avidesa.

Los resultados indican la presencia de biocapa en todos los puntos muestreados de la tubería de suministros de agua. Se encontró especialmente alto recuento de mesófilos al final de la tubería del galpón 7 debido a que en esta parte es menor el flujo de agua permitiendo el crecimiento de biofilm. Con los resultados se puede establecer que en poco tiempo después de la limpieza de la red de conducciones que se realiza con peróxido de hidrógeno se forman estas comunidades complejas de microorganismos ya que las tuberías del galpón 4, solo tenían 3 meses en funcionamiento y presentaban recuento de unidades formadoras de colonias.

#### **7.4.7. Resultados de potencial de hidrógeno, concentraciones de cloro y potencial oxido-reducción.**

Los valores de pH de cada uno de los lugares analizados (bebedero, tanque y tubería) de los cuatro núcleos fueron (Tabla 8) comparados mediante el test estadístico de Tukey.

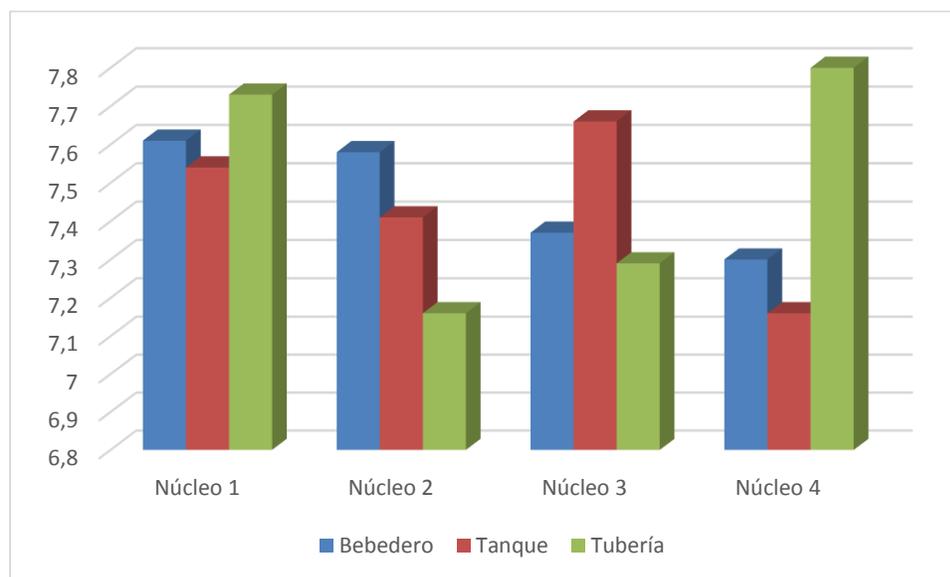
Tabla 8

*Promedio de valores de pH del agua de cada uno de los lugares de cada núcleo.*

	Núcleo 1	Núcleo 2	Núcleo 3	Núcleo 4
Bebedero	7,61±0,22*	7,58±0,15*	7,37±0,12	7,30±0,12
Tanque	7,54±0,14*	7,41±0,16	7,66±0,13*	7,16±0,09
Tubería	7,73±0,05*	7,16±0,20	7,29±0,24	7,8±0,00*
CV	2,34	2,56	1,94	2,56

\*Diferente por el test de Tukey al 1%. CV= Coeficiente de variación.

Observándose que los valores pH en los bebederos fueron mayores ( $P < 0,01$ ) los del núcleos 1 y 2, en cuanto en los tanques los mayores valores se presentaron en los núcleos 1 y 3 y para las tuberías lo mayores pH fueron observados en los núcleos 1 y 4; indicando que los mayores resultados de pH para los tres lugares analizados se encuentran en el núcleo 1.



*Figura 11.* Promedio del pH en los diferentes puntos de los cuatro núcleos.

Fuente: Flórez, (2018).

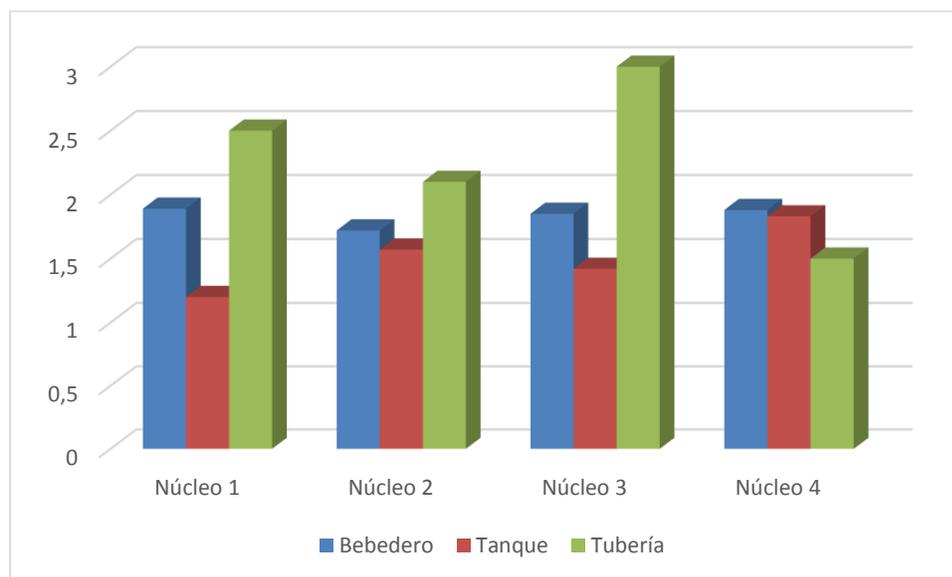
Analizando la concentración de cloro mediante el test estadístico de Tukey (Tabla 9) se observó que en el núcleo 2 se presentan las menores concentraciones a nivel de bebedero ( $P < 0,01$ ) al igual las menores concentraciones en el tanque también se presentaron en los núcleos 1 y 3. En cuanto en el núcleo 4 las menores concentraciones de cloro fueron en las tuberías.

*Tabla 9*

*Promedio de las concentraciones de cloro en los distintos puntos de los núcleos.*

	Núcleo 1	Núcleo 2	Núcleo 3	Núcleo 4
Bebedero	1,89±0,3	1,72±0,31*	1,85±0,27	1,88±79,53
Tanque	1,20±0,26*	1,57±0,27*	1,42±0,34*	1,83±7,36
Tubería	2,50±0,41	2,10±0,10*	3,00±0,01	1,5±0,01*
CV	3,42	3,56	2,84	4,56

\*Diferente por el test de Tukey al 1%. CV= Coeficiente de variación



*Figura 12.* Promedio de las concentraciones de cloro en los diferentes puntos de los cuatro núcleos.

Fuente: Flórez, (2018).

Los valores promedio del potencial oxido-reducción (ORP) mV analizados mediante el test estadístico de Tukey indicaron mayores valores ( $P < 0,01$ ) para el núcleo 4 en bebedero y tanque, en cuanto los menores valores en tubería fueron observados en el núcleo 4.

Tabla 10

Promedio de valores de ORP en los distintos puntos de los núcleos.

	Núcleo 1	Núcleo 2	Núcleo 3	Núcleo 4
Bebedero	518,13±37,7	550,31±35,40	547,13±33,87	556,79±40,64*
Tanque	509,85±36,62	515,14±38,32	478,36±43,92	562,81±31,53*
Tubería	615,33±2,13	607,60±8,29	683,50±2,59*	583±0,27
CV	2,12	1,45	1,34	1,23

\*Diferente por el test de Tukey al 1%. CV= Coeficiente de variación

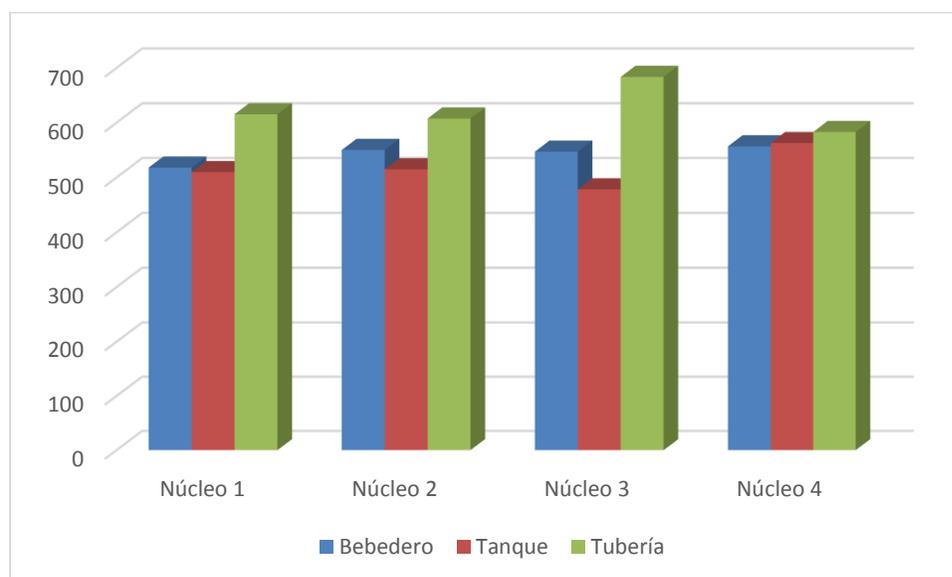


Figura 13. Promedio de los valores ORP en los diferentes puntos de los cuatro núcleos.

Fuente: Flórez, (2018).

Debido a que el agua no es un elemento no estable que cambia constantemente, lo cual se aprecia en el seguimiento que se realizó donde observa que en diferentes días cambiaba su potencial de hidrogeno (pH). Se evidencia también la correlación que existe entre las concentraciones de cloro detectadas por el test y los datos del potencial oxido reducción (ORP)

en las muestras diarias del núcleo 2 como se evidencia en la figura 11, confirmando la confiabilidad del Test Kit como método de evaluar las concentraciones del agente potabilizador independientemente del punto de muestreo y se puede concluir que las concentraciones del cloro a nivel del bebedero de campana son muy mínimas debido a que este al entrar en contacto con el aire se volatiliza rápidamente.

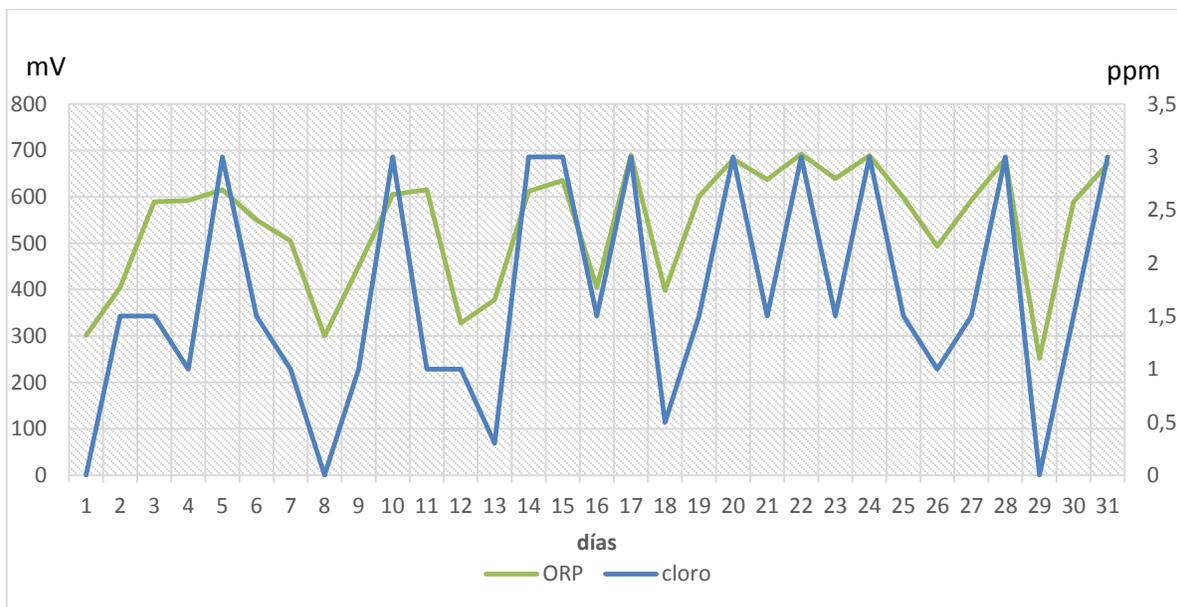


Figura 14. Relación de la concentración del cloro con el potencial oxidación-reducción del agua.

Fuente: Flórez, (2018).

## 7.5. Medidas implementadas

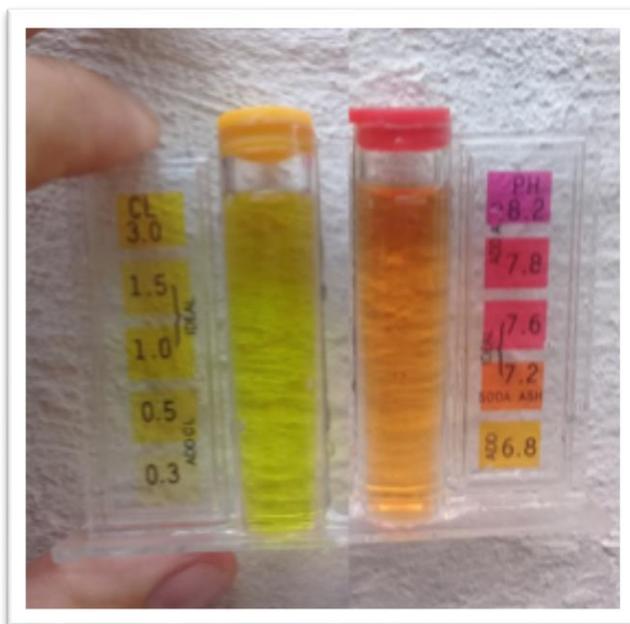
### 7.5.1. En puntos de contaminación.

Se procedió a darles indicaciones al personal responsable del núcleo, donde se realizó una jornada limpieza y desinfección de los tanques de almacenamiento de los galpones, de la misma manera se recolectaron los caracoles africanos utilizando las medidas de protección personal y hacer la disposición final de estos en una zanja con cal, ya que los tanques no son aéreos, estos se encuentran en la superficie facilitando que los moluscos accedieran al interior y contaminaran

con sus excretas el agua, de igual forma se les solicitó de que se mantuvieran siempre con su tapa y se colocó cal alrededor utilizándola como barrera física.

### 7.5.2. Utilización de Ácidos Orgánicos.

Con el uso del policloruro de aluminio (PAC) polímero coagulante floculante se observó que este agente aumentaba el pH en el agua de bebida; por ende se consideró la utilización del uso de ácidos orgánicos para regular y mantener estable el pH ya que estos tienden a acidificar el agua ejerciendo acción biostática sobre la población patógena tanto del agua como del tracto gastrointestinal de las aves; se suministraba 300 ml del producto comercial en cada tanque de almacenamiento de los galpones de 1000 litros; evidenciándose en las tomas de muestras diarias del Test Kit.



*Figura 15.* Muestra de agua después de la aplicación de ácidos orgánicos, pH ácido.

Fuente: Flórez, (2018).

### **7.5.3. Tanques de almacenamiento y Bebederos campana.**

Para que el agua almacenada en los tanques de los galpones llegara a los bebederos con las concentraciones optimas de cloro para evitar que la carga bacteriana prosperara; se suministró en los tanques de almacenamiento pastillas de cloro con el fin de evitar que por el trayecto de suministro este agente oxidante se volatilizara rápidamente y se empezó a lavar los bebederos de campana dos veces al día garantizando la calidad del agua de bebida para las aves.

### **7.6. Discusión**

Los resultados obtenidos de las pruebas fisicoquímicas de las aguas sin tratamiento demuestran que el pH es bajo y que posee altas concentraciones de sales de calcio y magnesio. Lo que difiere con lo reportado por Rubio (2005) donde afirma que normalmente, aguas duras (altas concentraciones de sales de calcio y magnesio) coinciden con pH altos. Comparando los resultados obtenidos en el análisis de calidad de agua de la granja con los estudios de Bellostas (2009) donde clasifica las aguas según el contenido de dureza para uso en avicultura aguas blandas de 70 a 180 mg/l  $\text{CaCO}_3$ ; aguas semiduras 180 a 350 mg/l  $\text{CaCO}_3$  y aguas duras 350 a 550 mg/l  $\text{CaCO}_3$ . Con esta clasificación se puede explicar porque los resultados obtenidos en la granja el pH y la dureza no se relacionan ya que el agua se clasifica como agua semidura.

Las concentraciones de hierro, sales de calcio y magnesio obtenidas en las muestras de aguas subterráneas después del tratamiento indican que no se están formando los precipitados en el momento de oxidación y debido a esto en el proceso de filtración pasan derecho presentándose concentraciones a nivel de tanques de almacenamiento y bebederos. Según el Centro Nacional de Servicios Ambientales de la Universidad de West Virginia (2010) aseguran que el hierro y el manganeso para que puedan ser filtrados, necesitan ser oxidados al estado en el cual puedan formar complejos insolubles. La oxidación comprende la transferencia de electrones del hierro,

manganeso y otros químicos tratados por el agente oxidante del agua para que estos puedan precipitarse y se eliminen en la filtración.

En el análisis microbiológico del agua de los bebederos de campana se observó alta contaminación alterando la calidad del agua desde su punto de potabilización. Así lo corroboran Kamphues y Ratert (2013) donde aseguran que la contaminación del agua en bebederos abiertos es punto crítico por el polvo transportado por el aire en la nave, por el pienso o por los elementos del tamo, pero también por las deyecciones de las aves. En la granja se utilizan bebederos de campana abiertos, influyendo directamente en la presencia de la carga microbiológica en el agua como se evidenció en el análisis con alto recuento de mesófilos y coliformes totales. Así lo confirma estudios realizados en el 2008 por Kirkpatrick y Fleming donde evaluaron el efecto de los tipos de bebederos de niple y de campana sobre la contaminación bacteriana del agua donde obtuvieron alta recuento de microorganismo en los bebederos de campana en comparación con los de niple.

Durante el suministro de agua se tiende a desarrollar microorganismos formando verdaderas poblaciones en forma de biofilm (Quijano y Gómez, 2017). Para la evaluación del biofilm en la granja genética se inspecciono al final de las tuberías de distribución del agua potable en los galpones evidenciándose alta presencia de este componente y confirmándose en los recuentos de mesófilos. Así lo confirman estudios realizados por Watkins (2016) donde asegura que el mayor número de unidades formadoras de colonias se encuentra al final de la tubería, donde el flujo de agua es más bajo formándose biofilm y sarro.

El agua no suele ofrecer las condiciones ideales para el desarrollo y multiplicación de microorganismos, pero sí permite la supervivencia de agentes patógenos. Jaenisch (1999) citado

por Penz y Bruno (2011) recomienda que el agua de bebida de las aves tenga de 1 a 3 ppm de cloro que debe ser medido directamente del bebedero en los puntos más alejados a donde se añade el cloro al agua. Durante la identificación y evaluación de la calidad del agua en la granja se observó la concentración de cloro en los bebederos de campanas recomendado por (Jaenisch, 1999) pero al cabo de los 5 minutos se evidencio que la concentración del biocida no era el ideal, esto debido a que el cloro es un agente que se volatiliza rápidamente. Así lo confirman Sotillo y Hevia (2005) donde aseguran que el cloro en el proceso de desinfección a nivel del bebedero una vez que este entra en contacto con el aire el cloro se evapora rápidamente. Lo dicho anterior se confirmó al medir el valor de potencial de óxido-reducción (POR) del agua después de los 5 minutos en el mismo bebedero se obtuvieron valores de 318 mV validando lo obtenido en la prueba test kit donde se pierde la acción del cloro. De acuerdo con los estudios realizados por Suslow (2004) demostraron que un valor ideal del potencial oxido-reducción (ORP) es de 650 y 700 mV suficiente para eliminar a la mayoría de las bacterias patógenas.

La mala calidad y la restricción del agua en las aves generan grandes pérdidas tanto económicas como de ganancia de peso. Según Sotillo y Hevia (2005) aseguran que es bien conocido la importancia si se llega a presentar restricciones del consumo de agua sobre el rendimiento de las aves, disminuyendo las ganancias, tanto cárnicos como de producción de huevos. Esto se reflejó en la perdida de la ganancia de peso en las aves del lote 826 en la semana 3 debido a que estas no contaban con los suficientes bebederos lo cual redujo el consumo de alimento. Esto lo corrobora (Kirkpatrick y Fleming, 2008) donde mencionan que cualquier reducción en la ingesta de agua o aumento de la pérdida de la misma tendrá un gran impacto en

el rendimiento del pollito durante toda su vida; es primordial asegurar de suministrar la cantidad adecuada de agua limpia.

Varios factores afectan las concentraciones del cloro como agente biocida en la potabilización del agua, alterando la eficacia en la eliminación de microorganismos. Penz y Bruno (2011) aseguran que la concentración de cloro en el agua, puede ver influenciada por varios factores tales como el pH. En el lote 826 se presentaron casos de diarrea en las pollitas, donde el agua de bebida el pH se encontraba en rangos muy altos asociando este signo a la proliferación de microorganismos en agua causando alteraciones fisiológicas en las aves debido a las bajas concentraciones de cloro en el agua. Estudios indican que la presencia de bacterias y alteraciones del pH influyen negativamente en las crías de aves, ya que la pobre calidad del agua puede retardar el crecimiento, disminuir la producción. (Revolledo, 2017).

La utilización de agentes biológicos como alternativas eficientes en la industria avícola, el uso de ácidos orgánicos ayuda a propiciar y mejorar los estándares de calidad del agua de bebida de las aves, actuando como un biostático. Según Puig (2014) reporta que los acidificantes en el tratamiento del agua que cuenta con ciertos valores añadidos ya que contribuyen acidificar el pH del agua y a controlar disbacteriosis en los animales. En la granja se utilizaron los ácidos orgánicos en los lotes de aves donde se confirma lo dicho por el autor evidenciándose cambios tanto del pH del agua de bebida como la disminución de presencia de diarrea en las aves. El principio fundamental del modo de acción de los ácidos orgánicos sobre las bacterias se basa en que éstos en su estado no disociado, pueden penetrar la pared celular e interrumpir la fisiología normal de algunos tipos de bacterias (Díaz, s.f).

Al momento de suministrar tratamientos terapéuticos en el agua de bebida, se presentan algunas alteraciones debido a la interacción de las moléculas de los agentes potabilizadores con

los medicamentos generando pérdida de su acción. Según Freixes (2018) afirma que se ha comprobado que los biocidas empleados para higienizar el agua de bebida, reaccionan con los fármacos disueltos en el agua debido a que son oxidantes muy fuertes. A la hora de utilizar el agua de bebida para la administración de medicamentos en la granja se inactivaba el cloro con agentes quelantes para garantizar la estabilidad de los medicamentos y así no afectar su calidad y eficacia. Así lo corrobora (Pérez, 2014) donde asegura que la estabilidad de los antibióticos en el agua de bebida es uno de los requisitos requeridos ya que la existencia de las sustancias químicas de potabilización del agua, junto a la necesidad de realizar tratamientos terapéuticos, abre la incertidumbre sobre las reacciones químicas que puedan existir repercutiendo en la efectividad del antibiótico.

Debido a que el estatus higiénico del agua de bebida varía entre granjas, es necesario actualizar los métodos y estrategias para identificar puntos críticos de contaminación y se deben aplicar medidas para controlar a nivel de granja enfermedades originadas a partir del agua (García y Almeida, 2013). Por ende durante la identificación y evaluación de la calidad de agua en la granja Charco largo se logró determinar puntos críticos durante la distribución del agua de bebida, entre ellos estaban los tanques de almacenamiento de los galpones y en los bebederos de campana por agentes contaminantes como caracoles africanos y el tamo de arroz presente en la cama que se confirmaron con los resultados de los análisis del agua de dichos puntos donde se tomaron las medidas correctivas. Así lo corrobora Kirkpatrick y Fleming (2008) donde afirman que el control de la carga bacteriana es mucho más difícil en sistemas de bebederos abiertos, ya que están expuestos a la contaminación por polvo y por las secreciones orales, nasales y fecales de las aves.

La calidad del agua en las industrias avícolas cobra gran importancia tanto en sus aspectos físico-químicos como microbiológicos, puesto que es un nutriente esencial para el crecimiento y desarrollo de los animales. Según Revollo (2017) afirma que el uso de una fuente de agua adecuada y segura, es la más importante prioridad para salvaguardar la salud y bienestar de los animales de producción, especialmente las aves. Por estas razones se decidió identificar la calidad del agua de la granja genética Charco Largo, como eje fundamental de la bioseguridad puesto que esta proviene de fuentes de pozos subterráneos y es un componente que es susceptible a cambios constantes por diversos agentes patógenos y moléculas tóxicas. Así lo corrobora Amaral (2004) que asegura que el agua es la sustancia química más abundante; sin embargo, actualmente es difícil encontrar una fuente de agua dulce que no ha sido alterada por el hombre ya que aguas residuales de la agricultura y las zonas urbanas, podrían contener altos niveles de microorganismos patógenos, que se eliminan en el suelo y en el ambiente acuático llegando a aguas subterráneas por la lluvia.

## 8. Conclusiones

El agua un componente esencial se le debe de dar la importancia en las producciones avícolas ya que de una mismas fuente se suministra a una gran población, y esta puede actuar como un vehículo de un sin número de agentes patógenos o moléculas tóxicas para las aves.

La efectividad del tratamiento de potabilización del agua de bebida para la producción avícola puede verse afectado durante la distribución en el la red de conducción por agentes contaminantes como por las instalaciones de almacenamiento generando pérdida de la calidad del agua.

Es de gran importancia garantizar un suministro de agua de buena calidad en la industria avícola, ya que es un nutriente esencial que participa en procesos vitales en el organismo; cualquier alteración de los parámetros fisicoquímico como microbiológicos tendrán una alta incidencia en la performance de las aves.

En la producción avícola el seguimiento de los parámetros fisicoquímicos y microbiológico de la calidad del agua es fundamental donde se debe hacer de forma rutinaria y periódica como medida de bioseguridad ya que el agua no es un componente estable y en cualquier momento es susceptible a la contaminación durante el sistema de transporte o almacenaje, que llega a perjudicar las aves desencadenando procesos patológicos afectando la salud y su desarrollo.

## **9. Conclusiones de pasantía**

La pasantía en Avidesa Macpollo S.A permitió aplicar los conocimientos y habilidades adquiridas en el programa de Medicina Veterinaria consiguiendo experiencia complementaria en la fundamentación teórico-práctico en el área de reproductoras pesadas.

Se logró conocer e identificar la importancia de la medicina preventiva y los procesos de manejo desarrollado particularmente en la cría, levante y producción de reproductoras pesadas.

Se implementó el plan sanitario que se desarrolla en la producción avícola específicamente en el área de reproductoras de la línea Cobb 500 y Roos 308 AP.

Se desarrollaron destrezas a nivel de relaciones interpersonales y profesional que permitieron asumir responsablemente las tareas encomendadas por el tutor técnico de la granja genética charco largo de reproductoras pesadas.

## **10.Recomendaciones**

Reforzar las medidas de bioseguridad especialmente en los puntos críticos de contaminación del agua alterando su calidad microbiológica, implementando medidas de limpieza y desinfección.

Que la empresa permita hacer una práctica en todas las áreas, ya que cuenta con sistema integrado de la avicultura como incubadoras, plantas procesadoras de alimentos animal, laboratorios de diagnóstico entre otras lo cual permitiría al estudiante adquirir más experiencia en todos los campos.

Se recomiendan las pasantías en Avidesa Mac pollo S.A ya que esta empresa le permite al estudiante formarse profesionalmente como Médico Veterinario en el campo de la industria avícola adquiriendo destrezas y habilidades.



## 11. Anexos

Universidad de Pamplona  
Pamplona - Norte de Santander - Colombia  
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750 - www.unipamplona.edu.co

### UNIVERSIDAD DE PAMPLONA COORDINACION ADMINISTRATIVA DE LABORATORIOS LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD Y DIAGNOSTICO

**Solicitante:** Rubén Flórez **CC.** 1094265964 **Municipio:** Lebrija **Teléfono:** 3222017276 **Granja:** Charco Largo **Objeto del servicio:** Análisis de metales de una muestra de agua Subterránea **Muestra tomada por:** El solicitante **Fecha Recepción muestras:** 10-05-2018 **Fecha Entrega Resultados:** 17-05-2018 **Código Interno:** AO13579

#### RESULTADOS FISICOQUIMICOS

PARAMETRO	UNIDADES	RESULTADO MUESTRA
PLOMO	mg/l	ND
CADMIO	mg/l	ND
CROMO	mg/l	ND
ZINC	mg/l	0.0048

ND: No detectado

**Analista Químico:**

**Asesor Científico:**



*Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz*



**AVIDESA MAC POLLO  
S.A**

<b>AVIDESA MAC POLLO S.A.</b>  <b>SISTEMA DE CALIDAD LABORATORIO MICROBIOLÓGICO</b>	CÓDIGO	F-LAM-RV050A
	REV : 16/04/18 VER : 1.3 PAGINA : 1/1	
<b>ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS DEL AGUA</b>		

Parámetros	Resultados				
	Agua sin tratar	Agua tratada	Agua tanque de almacenamiento	Agua del bebedero	Permitido
pH	6.57	7.9	6,97	7.48	6.6- 7.5
Dureza	253	240	237	245	0- 60
Cl <sub>2</sub>	0.36	1.77	1.91	0.56	0.5 -2ppm
NO <sub>2</sub>	< 0.02	< 0.02	< 0.02	<0.02	0.4 mg/l
NO <sub>3</sub>	< 1	< 1	<1	<1	10 mg/l
CL <sup>-</sup>	28	22	15	23	14 ppm
Fe	1.54	0.14	0.21	0.17	0.3ppm

 <b>Mac Pollo</b> AVIDESAS MAC POLLO S.A.	<b>AVIDESAS MAC POLLO S.A.</b> <b>SISTEMA DE CALIDAD</b> <b>LABORATORIO MICROBIOLÓGICO</b>			<b>CÓDIGO</b> REV : 16/04/18 VER : 1.3 PAGINA : 1/1	<b>F-LAM-RV050A</b>
	<b>ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DEL AGUA</b>				
	<b>Resultado</b>				<b>Rangos permitidos</b>
	<b>Agua sin tratar</b>	<b>Agua tratada</b>	<b>Agua de tanque Almacenamiento</b>	<b>Agua de bebedero campana</b>	
<b>Rto. de Mesófilos</b>	Incontable x10	8	999	999	< 100 ufc/100
<b>Coliformes Totales</b>	< 3	0	2	8	< 0 ufc/100ml
<b>E. Coli</b>	< 3	0	0	4	< 0 ufc/100ml
<b>Salmonella spp</b>	Negativa	Negativa	Negativa	Negativa	en 25 grs

### Análisis de Biofilm Cultures

Galpón	LUGAR	RESULTADO CRECIMIENTO
Galpón 4	Tubería Bebedero Campana Biofilm	Negativo
Galpón 4	Tubería Tanque Almacenamiento Biofilm	Negativo
Galpón 7	Tubería final del galpón Biofilm	Negativo

### Recuento de mesófilos en muestras de biocapa Biofilm

Galpón	LUGAR	Recuento de mesófilos UFC/ml	Rangos permitidos UFC/ml
Galpón 4	Tubería Bebedero Campana Biofilm	230	<100
Galpón 4	Tubería Tanque Almacenamiento Biofilm	150	<100
Galpón 7	Tubería final del galpón Biofilm	240	<100

## 12. Referencias bibliográficas

- Amaral, L. (2004). *Drinking Water as a Risk Factor to Poultry*. Departamento de Medicina Veterinária Preventiva e Reprodução Animal - FCAV/Unesp. Obtenido de <http://www.scielo.br/pdf/rbca/v6n4/23324>
- Barajas, A. (2016). *Manejo del agua en granjas avícolas colombianas*. Obtenido de <https://www.wattagnet.com/articles/25856-manejo-del-agua-en-granjas-av%C3%ADcolas-colombianas>
- Bellostas, A. (2009). *Calidad del agua y su Higienización. Efectos sobre la sanidad y productividad de las aves*. Obtenido de [http://www.wpsa-aeca.es/aeca\\_imgs\\_docs/calidad\\_agua\\_higienizacion\\_avelina\\_bellostas\\_texto\\_46\\_symp\\_aeca.pdf](http://www.wpsa-aeca.es/aeca_imgs_docs/calidad_agua_higienizacion_avelina_bellostas_texto_46_symp_aeca.pdf)
- Bellostas, A. (2015). *El biofilm, estrategia de supervivencia de los microorganismos*. Obtenido de <https://avicultura.info/el-biofilm-estrategia-de-supervivencia-de-los-microorganismos/>
- Carbajal, A., y González, M. (2012). *Propiedades y funciones biológicas del agua*. Obtenido de <https://www.ucm.es/data/cont/docs/458-2013-07-24-Carbajal-Gonzalez-2012-ISBN-978-84-00-09572-7.pdf>
- Centro Nacional de Servicios Ambientales de la Universidad de West Virginia. (2010). Obtenido de [http://www.nesc.wvu.edu/pdf/dw/publications/ontap/2010\\_tb/spanish/iron\\_manganese\\_DWFSOM148.pdf](http://www.nesc.wvu.edu/pdf/dw/publications/ontap/2010_tb/spanish/iron_manganese_DWFSOM148.pdf)

- Chango, M. (2015). *Agua de Bebida, Principal Nutriente. Conferencia durante el XXIV Congreso Latinoamericano*. Obtenido de [http://www.produccionbovina.com.ar/produccion\\_aves/produccion\\_avicola/150-Agua\\_de\\_bebida.pdf](http://www.produccionbovina.com.ar/produccion_aves/produccion_avicola/150-Agua_de_bebida.pdf)
- Christman, K. (1998). *Calidad del agua. Consejo de Química del Cloro*. Obtenido de <http://www.eird.org/esp/cdcapra/pdf/spa/doc14585/doc1485.pdf>
- Delgado, R. (2017). *El Agua, el nutriente olvidado. Revista Actualidad Avipecuaria*. Obtenido de <http://www.actualidadavipecuaria.com/articulos/el-agua-el-nutriente-olvidado.html>
- Díaz, J. (s.f). *Acidificación en Avicultura. Conceptos generales, alternativas y usos*. Obtenido de <http://www.gtavicola.com.ar/pdfs/aditivos/Acidificacion.pdf>
- Freixes, J. (2018). *Interacciones de agentes antimicrobianos con higienizantes del agua. Revista global avicultura aviNews*. Obtenido de <https://avicultura.info/interacciones-de-los-agentes-antimicrobianos/>
- García , F., Abad, J., Serrano, T., Castro, M., y Lorente, S. (2013). *Epidemiología de Campylobacter en avicultura*. Obtenido de [http://www.wpsa-aeca.es/aeca\\_imgs\\_docs/fco\\_javier\\_garcia.pdf](http://www.wpsa-aeca.es/aeca_imgs_docs/fco_javier_garcia.pdf)
- García , R., y Almeida, I. (2013). *Efecto del material de la cama en la calidad del agua en producción de pollo de engorde. Revista electronica Plumazos*. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/264084094\\_Efectos\\_de\\_la\\_calidad\\_del\\_agua\\_en\\_salud\\_y\\_produccion\\_avicola](https://www.researchgate.net/publication/264084094_Efectos_de_la_calidad_del_agua_en_salud_y_produccion_avicola)

Huberman , Y., y Terzolo, H. (2016). *Cólera aviar en aves de corral. Se trata de una enfermedad infecciosa causada exclusivamente por la bacteria Pasteurella multocida.*

Obtenido de <http://albeitar.portalveterinaria.com/noticia/14571/articulos-aves/colera-aviar-en-aves-de-corral.html>

Instituto Colombiano Agropecuario ICA. (s.f). *Las Buenas Prácticas de Bioseguridad en granjas de Reproducción Aviar y Plantas de Incubación.* Obtenido de Conceptos Básicos para su Aplicación en Colombia: <https://www.ica.gov.co/getattachment/af9943f9-87a5-4897-9962-2d414fa0fdbf/Publicacion-10.aspx>

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). (2007). *Determinación de escherichia coli y coliformes totales en agua por el método de filtración por membrana en agar chromocult.* Obtenido de Subdirección de hidrología – grupo laboratorio de calidad ambiental:

<http://www.ideam.gov.co/documents/14691/38155/Coliformes+totales+y+E.+coli+en+Agua+Filtraci%C3%B3n+por+Membrana.pdf/5414795c-370e-48ef-9818-ec54a0f01174>

Kamphues , J., y Ratert, C. (2013). *La Calidad del Agua de Bebida en Avicultura.* Obtenido de <http://www.seleccionesavicolas.com/avicultura/2014/07/la-calidad-del-agua-de-bebida-en-avicultura>

Kirkpatrick , K., y Fleming, E. (2008). *Calidad del agua.* Obtenido de

[http://www.es.aviagen.com/assets/Tech\\_Center/BB\\_Foreign\\_Language\\_Docs/Spanish\\_TechDocs/SPRossTechNoteWaterQuality.pdf](http://www.es.aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/Spanish_TechDocs/SPRossTechNoteWaterQuality.pdf)

Llena , J. (2015). *Diferentes tratamientos en la desinfección del agua.* Revista *selecciones avícolas.com.* Obtenido de

<http://www.seleccionesavicolas.com/avicultura/2015/03/diferentes-tratamientos-en-la-desinfeccion-del-agua>

Mejía, B. (2012). *Colibacilosis aviar. Una enfermedad compleja.* . Obtenido de <http://www.patologiaaviarmidiagnostico.blogspot.com.co/2012/01/colibacilosis-aviar-una-enfermedad.html>

Mejía, B. (2013). *Campylobacter. Parte I: campylobacteriosis, hepatitis vibriónica y hepatitis infecciosa aviar.* Obtenido de <http://www.patologiaaviarmidiagnostico.blogspot.com.co/2013/06/campylobacter-campylobacteriosis.html>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2010). *Diagnóstico de las Aguas Subterráneas.* Obtenido de <http://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article?id=1631:plantilla-gestion-integral-del-recurso-hidrico-37>

Penz, M., y Bruno, D. (2011). *Água: como valorizar sua importância na produção de frangos.* Obtenido de <https://pt.engormix.com/avicultura/artigos/agua-producao-frangos-t37198.htm>

Pérez, J. (2014). *Alteración de la Eficacia del Tratamiento Antibiótico en Agua de Bebida en Presencia de Higienizantes.* Obtenido de <http://www.seleccionesavicolas.com/avicultura/2014/07/alteracion-de-la-eficacia-del-tratamiento-antibiotico-en-agua-de-bebida-en-presencia-de-higienizantes>

- Puig, L. (2014). *Acidificantes, un tratamiento potabilizante con valor añadido*. Obtenido de <https://agrinews.es/2014/03/19/acidificantes-un-tratamiento-potabilizante-con-valor-anadido/>
- Pulido , M. (2017). *Salmonella Gallinarum en Latinoamérica: casos de campo y nuevas tendencias en estrategias de control. XXV Congreso Latinoamericano de Avicultura 2017*. Obtenido de <https://www.engormix.com/avicultura/articulos/salmonella-gallinarum-latino-america-t41536.htm>
- Quijano , J., y Gómez, C. (2017). *Calidad microbiológica del agua y su impacto en la performance de las aves. Revista Actualidad Avipecuaria*. Obtenido de <http://www.actualidadavipecuaria.com/articulos/calidad-microbiologica-del-agua-y-su-impacto-en-la-performance-de-las-aves.html>
- Revolledo, L. (2017). *El agua en la producción avícola. Revista electrónica Actualidad Avipecuaria*. Obtenido de <http://www.actualidadavipecuaria.com/articulos/agua-en-la-produccion-avicola.html>
- Ricaurte, S. (febrero de 2005). *Bioseguridad en granjas avícolas*. Obtenido de <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n020205/020511.pdf>
- Rubio, J. (2005). *Suministro de agua de calidad en las granjas de Broilers*. Obtenido de [www.wpsa-aeca.es/aeca\\_imgs\\_docs/19\\_03\\_39\\_11-suministro\\_de\\_agua.pdf](http://www.wpsa-aeca.es/aeca_imgs_docs/19_03_39_11-suministro_de_agua.pdf)
- Ruiz , E., y Tabares , J. (2013). *La sanidad del agua de bebida en avicultura*. Obtenido de <http://www.seleccionesavicolas.com/pdf-files/2013/8/005-009-Especial-H2O-La-sanidad-agua-bebida-Ruiz-Tabares-SA201308.pdf>

- Sotillo, Q., y Hevia, A. (2005). *Control del agua en las explotaciones avícolas. Departamento de Producción Animal, Facultad de Veterinaria, Universidad de Murcia*. Obtenido de <https://www.engormix.com/avicultura/articulos/control-agua-explotaciones-avicolas-t26547.htm>
- Suslow, T. (2004). *Oxidation-reduction potential (ORP) for water disinfection monitoring, control and documentation. University of California. ANR Publication 8149*. Obtenido de <http://www.water-research.net/pdf/orpdisinfection.pdf>
- Watkins, S. (2016). *Limpieza de Tuberías de Aguas. Center of Excellence for Poultry Science Division of Agriculture, University of Arkansas*. Obtenido de <https://avicultura.info/download/limpieza-tuberias.pdf>