



**UNIVERSIDAD DE CARABOBO  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD  
ESCUELA DE BIOANÁLISIS  
PROFA. "OMAIRA FIGUEROA"  
SEDE ARAGUA**



**EVALUACIÓN MICROBIOLÓGICA DEL AGUA PARA CRÍA AVIAR EN UNA  
GRANJA DE POLLOS DE ENGORDE EN EL MUNICIPIO DIEGO IBARRA,  
ESTADO CARABOBO, VENEZUELA**

**Trabajo de investigación presentado como  
requisito para aprobar la asignatura por**

Lucia Méndez

Maracay, 13 de noviembre del 2023.



**UNIVERSIDAD DE CARABOBO  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD  
ESCUELA DE BIOANÁLISIS  
PROFA. "OMAIRA FIGUEROA"  
DEPARTAMENTO CLINICO INTEGRAL  
TRABAJO DE INVESTIGACION**



**EVALUACIÓN MICROBIOLÓGICA DEL AGUA PARA CRÍA AVIAR EN UNA  
GRANJA DE POLLOS DE ENGORDE EN EL MUNICIPIO DIEGO IBARRA,  
ESTADO CARABOBO, VENEZUELA.**

**Trabajo de investigación presentado como  
requisito para aprobar la asignatura por**

Lucia Méndez

**Tutoras científicas:**

Profa. Edelys López

Profa. Mayra Hidalgo

**Tutora metodológica:**

Profa. Daria Camacho

Maracay, 13 de noviembre del 2023



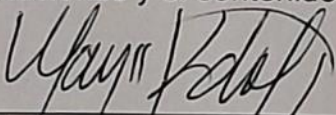
UNIVERSIDAD DE CARABOBO  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD  
ESCUELA DE BIOANALISIS SEDE ARAGUA  
PROFESORA "OMAIRA FIGUEROA"  
DEPARTAMENTO CLÍNICO INTEGRAL  
ASIGNATURA: TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

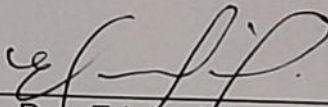


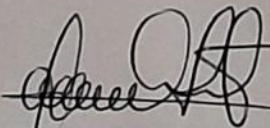
## VEREDICTO

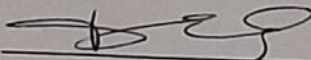
Nosotros los abajo firmantes, miembros del jurado evaluador del Trabajo de Investigación titulado: "**Evaluación microbiológica del agua para cría aviar en una granja de pollos de engorde ubicada en el estado Carabobo**" presentado por la bachiller Lucía Méndez con el fin de aprobar la Asignatura Trabajo de Investigación; después de la exposición y discusión pública del citado trabajo, consideramos que el mismo reúne los requisitos para **APROBARLO** como tal. En fe de lo cual se levanta la presente acta, el día lunes trece del mes de noviembre del año dos mil veintitrés, dejando constancia de que, conforme a lo dispuesto por la normativa vigente, actuó como Coordinadora del jurado, la Tutora Metodológica Profesora Daria Camacho.

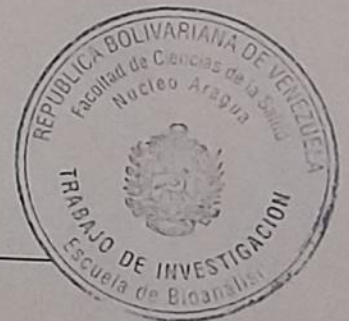
Por otra parte, se hace constar para efectos académicos de convalidación, que el presente trabajo representa el equivalente al Trabajo de Grado reconocido en otras instituciones y el contenido del veredicto es auténtico.

  
Prof. Mayra Hidalgo  
C.I.: 5263047  
Tutora Científica

  
Dra. Edelys López  
C.I.: 6348273  
Tutora Científica

  
Prof. Alexander Gil  
C.I.: 17.017.151  
Jurado Evaluador

  
Prof. Daria Camacho  
C.I.: 9.831.961  
Coordinadora del Jurado







Universidad de Carabobo  
 Facultad Ciencias de la Salud  
 Escuela de Bioanálisis "Prof(a). Omaira Figueroa" Sede Aragua  
 Departamento Clínico Integral  
 Asignatura Trabajo de Investigación

XX JORNADAS DE INVESTIGACIÓN EN PREGRADO DE LA ESCUELA DE  
 BIOANÁLISIS

*"Profesora Margarita Navas"*

Otorgan:

**MENCIÓN HONORÍFICA EN SU  
 PRIMERA CLASE**

**AL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN TITULADO:**

**"Evaluación microbiológica del agua para cría aviar en una granja de pollos de engorde ubicada en el estado Carabobo"**

Realizado por: Lucía Méndez  
 Tutoras científicas: Edelys López, Mayra Hidalgo



*Prof. José Corado*  
 Decano de la Facultad de  
 Ciencias de la Salud



*Prof. Dayana Requena S.*  
 Directora de la Escuela de  
 Bioanálisis Sede Aragua



*Elizabeth Ferrer*  
 Prof. Elizabeth Ferrer  
 Directora de Investigación y Producción  
 Intelectual Sede Aragua



*Prof. María F. Babta*  
 Coordinadora asignatura  
 Trabajo de Investigación

Maracay, 13 al 15 de noviembre de 2023



**UNIVERSIDAD DE CARABOBO  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD  
ESCUELA DE BIOANÁLISIS  
PROFA. "OMAIRA FIGUEROA"  
DEPARTAMENTO CLINICO INTEGRAL  
TRABAJO DE INVESTIGACION**



**Maracay, noviembre 2023**

### **CONSTANCIA DE APROBACION DEL TUTOR CIENTIFICO**

En mi carácter de Tutor Científico del Trabajo titulado: "Evaluación microbiológica del agua para cría aviar en una granja de pollos de engorde en el municipio Diego Ibarra, estado Carabobo, Venezuela." El cual es presentado por la Bachiller: Méndez Lucía CI: V-25.074.101 para aprobar la asignatura trabajo de investigación, considero que el mismo reúne todos los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del jurado designado.

Atentamente

MV. Edelys López



**UNIVERSIDAD DE CARABOBO  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD  
ESCUELA DE BIOANÁLISIS  
PROFA. "OMAIRA FIGUEROA"  
DEPARTAMENTO CLINICO INTEGRAL  
TRABAJO DE INVESTIGACION**



**Maracay, noviembre 2023**

### **CONSTANCIA DE APROBACION DEL TUTOR CIENTIFICO**

En mi carácter de Tutor Científico del Trabajo titulado: "Evaluación microbiológica del agua para cría aviar en una granja de pollos de engorde en el municipio Diego Ibarra, estado Carabobo, Venezuela." El cual es presentado por la Bachiller: Méndez Lucía CI: V-25.074.101 para aprobar la asignatura trabajo de investigación, considero que el mismo reúne todos los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del jurado designado.

Atentamente

Dra. Mayra Hidalgo

## **Dedicatoria**

A mis abuelos, quienes siempre me apoyaron a lo largo de este camino.

A mi, por seguir adelante aun cuando era más fácil rendirse.

## **Agradecimientos**

Agradeciendo primero que nada a Dios por ampararme a lo largo de este desarrollo profesional.

A mis padres por su apoyo incondicional y por creer en mí, a Reynaldo Sánchez por ser ese compañero ocurrente y sin el cual nada hubiera sido posible.

A mis tutoras científicas, M.V. Edelys López y M.V. Mayra Hidalgo, ya que sin su apoyo esto no hubiera podido suceder, gracias por la paciencia y fe depositada en mí y por todos los enormes conocimientos que compartieron conmigo.

Al doctor Roland Abreu por su inmenso apoyo.

A mi tutora metodológica, Profa Daria Camacho, por tener siempre las palabras correctas para decir.

A mis compañeras de laboratorio, María Paola Bernal y Carla Benavides, que estuvieron conmigo durante el desarrollo de este trabajo, y sin las cuales todo hubiera sido diferente.

Gracias a todos quienes, de forma directa e indirecta, llegaron a formar parte de este proyecto tan bonito y diferente, sin ustedes esto no hubiera sido posible.



## INDICE

	pp
<b>LISTA DE TABLAS</b> .....	<b>1</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>2</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>3</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>4</b>
<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>14</b>
<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	<b>15</b>
Tipo de investigación.....	15
Muestras biológicas.....	15
Recolección de datos.....	16
Toma de muestras de agua y puntos de recolección.....	16
Evaluación microbiológica de las muestras de agua.....	17
Prueba presuntiva.....	17
Prueba de confirmación.....	17
Identificación de coliformes fecales y <i>Escherichia coli</i> .....	18
Recuento de aerobios mesófilos.....	18
Identificación bioquímica.....	19
Identificación de filamentos bacterianos.....	19
Identificación de hongos.....	20
Identificación de algas.....	20
Identificación de factores influyentes en la contaminación de las aguas.....	21
Determinación de la eficacia de los métodos de potabilización	21
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	<b>22</b>
<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>38</b>
<b>RECOMENDACIONES</b> .....	<b>41</b>
<b>ANEXOS</b> .....	<b>42</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>43</b>

## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Pruebas coliformes totales, coliformes fecales y crecimiento en caldo EC.	<b>pp</b> <b>23</b>
<b>Tabla 2.</b> Número Más Probable para 3 tubos, norma mexicana NMX-AA-042-SCFI-2015.	<b>26</b>
<b>Tabla 3.</b> Recuento de aerobios mesófilos en diferentes zonas de muestreo de la granja	<b>28</b>
<b>Tabla 4.</b> Características de cultivos y observación microscópica	<b>33</b>

**UNIVERSIDAD DE CARABOBO  
ESCUELA DE BIOANÁLISIS  
SEDE ARAGUA**

**EVALUACIÓN MICROBIOLÓGICA DEL AGUA PARA CRÍA AVIAR EN UNA  
GRANJA DE POLLOS DE ENGORDE UBICADA EN EL MUNICIPIO DIEGO  
IBARRA, ESTADO CARABOBO, VENEZUELA**

**Bachiller:** Lucía Méndez

**Tutor(a) Metodológico(a):** Profa. Daría E. Camacho

**Tutoras Científicas:** Profa. Edelys López  
Profa. Mayra Hidalgo

**RESUMEN**

El deficiente o nulo control sanitario del agua de consumo o residual, puede favorecer su contaminación con bacterias coliformes (*Escherichia coli* y coliformes termotolerantes), conllevando a un posible aumento de enfermedades en humanos y animales. El objetivo de este trabajo fue evaluar la calidad microbiológica del agua para consumo aviar en una granja de pollos de engorde. Se analizaron diversos puntos del sistema de aguas potables de la granja en diferentes tiempos de cría aviar (pozos, tanques de agua, bebederos). Los análisis realizados mostraron que el agua del pozo no cumple con los parámetros establecidos para su uso a nivel pecuario al exceder en 140% el límite establecido para coliformes totales y en 240% los límites para coliformes fecales. El agua sin tratar de los tanques presentó un conteo de 240-2400 NMP/100mL para coliformes totales y uno de los galpones excedió los límites establecidos en 240% para coliformes fecales. Los microorganismos patógenos identificados fueron: *Pseudomona aeruginosa*, *Shigella spp*, *Escherichia coli*, hongos levaduriformes (complejo *Candida albicans* y complejo *Candida no albicans*) y los no patógenos como *Beggiatoa spp* (filamento bacteriano) y *Mycrasterias spp* (micro alga). El crecimiento bacteriano disminuyó considerablemente en el agua del tanque tratada con antibióticos y cloro, obteniendo 0 NMP/100mL para coliformes totales y coliformes fecales. Los resultados indican la necesidad de tratar el agua de los tanques con ácido acético y cloro para lograr una potabilización adecuada del agua de consumo de los pollos de la granja.

**Palabras clave:** agua, *Escherichia coli*, contaminación, coliformes, pollos.

UNIVERSIDAD DE CARABOBO  
ESCUELA DE BIOANÁLISIS  
SEDE ARAGUA

**MICROBIOLOGICAL EVALUATION OF WATER FOR POULTRY BREEDING IN A BROILER FARM LOCATED IN DIEGO IBARRA MUNICIPALITY, CARABOBO STATE, VENEZUELA.**

**Bachiller:** Lucía Méndez

**Tutor(a) Metodológico(a):** Profa. Daría E. Camacho

**Tutoras Científicas:** Profa. Edelys López  
Profa. Mayra Hidalgo

**Abstract**

The deficient or null sanitary control of drinking water or residual water can favor contamination with coliform bacteria (*Escherichia coli* and *coliforms thermotolerant*), leading to a possible increase in diseases in humans and animals. The objective of this project was to evaluate the microbiological quality of water for poultry consumption on a broiler farm. Various points of the drinking water system of the farm under study were sampled at different times of poultry breeding: well, water tanks that supply sheds 1 and 4, drinkers in sheds 1 and 4 without chickens, drinkers in sheds 1 and 4 with chickens. The analyzes carried out showed that the well water does not comply with the parameters established for its use at the livestock level since it exceeds the established limit for total coliforms by 140% and exceeds the limits for fecal coliforms by 240%. The untreated water from the tanks had a count of 240-2400 NMP/100mL for total coliforms and shed No. 2 exceeded the established limits by 240% for fecal coliforms. The pathogenic bacteria identified were: *Pseudomonas aeruginosa*, *Shigella spp*, *Escherichia coli*, yeast fungi (*Candida albicans complex* and *non-albicans Candida complex*) and non-pathogenic microorganisms such as *Beggiatoa spp* (bacterial filament) and *Mycrasterias spp* (micro algae). Bacterial growth decreased considerably in the tank water treated with antibiotics and chlorine, obtaining 0 NMP/100mL for total coliforms and fecal coliforms. The water in the tanks must be purified with acetic acid and chlorine to achieve good purification.

**Keywords:** water, *Escherichia coli*, contamination, coliforms, chickens.

## INTRODUCCIÓN

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) “En los países menos adelantados, el 22% de los centros sanitarios carecen de fuentes de agua, el 21% de servicios de saneamiento, y el 22% de servicios de gestión de desechos” (OMS,2022).

Entre los diferentes usos del agua destacan los naturales, propios del medio ambiente, y que se utilizan en el mantenimiento de los ríos y plantas, y los usos antrópicos, siendo estos inherentes al consumo humano y animal, a nivel doméstico, recreacional, de agricultura, ganadería, minería, el uso del agua como fuente hidroeléctrica, entre otros. En esta clasificación se ubica el uso del agua para la cría de animales, ya sea de forma doméstica o industrial (Fernández, 2012).

Con el aumento en el desarrollo del sector agrícola y ganadero, además de la implementación de la agricultura urbana, ha aumentado la demanda de agua, a fin de cubrir las necesidades inherentes a estas actividades, sin embargo la poca disponibilidad del suministro, ha conllevado también al uso de aguas que tienen un escaso o nulo tratamiento de potabilización para el consumo, lo cual puede acarrear diversas consecuencias directa o indirectamente relacionadas con su consumo, esto debido al empleo de aguas poco tratadas en el cultivo de alimentos y en la cría urbana de animales para consumo humano, como bovinos y aves, entre otros (Fernández, 2012).

Debido a este aumento del consumo de aguas poco o nada tratadas en la industria agrícola para la cría de animales, es importante considerar los indicadores de contaminación fecal, establecidos a nivel internacional, los cuales están representados por bacterias coliformes y bacterias coliformes



termotolerantes, heterótrofos, como *Enterococos intestinales*, colifagos, *Clostridium perfringens* y bacteriófagos de *Bacteroides fragilis* (OMS, 2006).

Según las Guías para la calidad del agua potable de la OMS (2006) “Debe haber ausencia de coliformes totales inmediatamente después de la desinfección, y la presencia de estos microorganismos indica que el tratamiento es inadecuado. La presencia de coliformes totales en sistemas de distribución y reservas de agua almacenada puede revelar una re proliferación y posible formación de biopelículas, o bien contaminación por la entrada de materias extrañas, como tierra o plantas”, siendo estas bacterias entonces los agentes causales de diversas enfermedades en humanos y animales.

El empleo de estos microorganismos como indicadores permite la evaluación de dos aspectos fundamentales a considerar para el consumo humano de agua, el índice de contaminantes fecales, y la eficacia de los procedimientos de desinfección del agua, sin embargo, estos deben ser considerados con los resultados obtenidos por el resto de pruebas a realizar (OMS, 2006).

En Venezuela, a nivel gubernamental se han establecido la creación de planes maestros para la determinación de la calidad de las aguas de acuerdo a las características propias de las afluentes hídricas en los diferentes estados del territorio nacional (Gaceta Oficial N° 6.207, 2015).

Otro microorganismo empleado como indicador de contaminación fecal en el agua, es *Escherichia coli*, la cual puede diferenciarse del resto de los coliformes por su capacidad de producir indol a partir de triptófano, el cual está presente en altas cantidades en las heces de humanos y animales, además de no proliferar en fuentes de agua (OMS, 2006)

Las pruebas para la determinación de este coliforme son igualmente la filtración de la muestra de agua por una membrana y la posterior incubación de la misma, para posteriormente realizar el recuento de Unidades Formadoras de Colonias (UFC) o el método del número más probable. Su presencia en el agua es indicativa de una contaminación reciente de la misma con heces humanas y/o de animales (Silva, 2004).

*E. coli*, es una enterobacteria Gram-negativa, anaerobia o aerobia facultativa, fermentadora, y es productora de gas, forma colonias circulares, convexas y lisas con bordes distintivos, además de una iridiscencia. Algunas de sus especies producen hemólisis al ser cultivadas en agar sangre; al igual que el resto de enterobacterias tiene una estructura antigénica sumamente compleja “Se clasifican en más de 150 antígenos somáticos termolábiles O diferentes (lipopolisacáridos), más de 100 antígenos K (capsulares) termolábiles y más de 50 antígenos H (flagelares)” (Jawetz y cols., 2010).

*E. coli* es un patógeno oportunista, pues forma parte de la microbiota normal del intestino, pero en pacientes inmunocomprometidos puede causar enfermedades, la gravedad de la misma depende no solo del sistema inmunológico del hospedador sino también de las propiedades de virulencia de la bacteria. Este patógeno puede causar diarreas en humanos, siendo causadas por diversos grupos de *E. coli* dependiendo de la virulencia de la cepa. Por lo tanto, se pueden separar en *E. coli* entero patógena (EPEC), *E. coli* entero toxígeno (ETEC), *E. coli* productora de toxina Shiga (STEC), *E. coli* entero invasiva (EIEC), *E. coli* entero agregativa (EAEC) (Díaz y cols., 2018).

La mayoría de enfermedades sistémicas o localizadas en ovíparos, específicamente en la especie *Gallus gallus domesticus*, línea genética *Broile* (Bonilla, 2018), son causadas por la cepa de *E. coli* extra intestinal (ExPEC),

específicamente el subconjunto de *E. coli* patogénica aviar (APEC), responsable de “una amplia gama de infecciones localizadas y sistémicas, siendo una de las principales causas de mortalidad y morbilidad asociadas con grandes pérdidas económicas en la industria en todo el mundo (Díaz y cols., 2018)”.

En el pollo de engorde puede ser causa de Colibacilosis aviar, una enfermedad sistémica que se caracteriza comúnmente por una tríada de lesiones, tales como perihepatitis, pericarditis y aerosaculitis que provocan septicemia y muerte prematura. La gravedad de la enfermedad APEC depende del estado de salud del huésped, las características de virulencia de la cepa de *E. coli* y otros factores predisponentes como el estrés. Se estima que el 30% de las parvadas de pollos de engorde en los Estados Unidos se ven afectados por colibacilosis subclínica” (Fancher y cols., 2020).

Para conocer las características y el consumo que requiere una granja de pollos de engorde, primero debe conocerse la estructura y manejo de la misma, así como también el ciclo de vida del animal y sus cuidados específicos. Se deben considerar como puntos más relevantes de la producción aviar, el manejo, instalaciones, la calidad del agua y el plan sanitario (AVIGEN, 2018).

Para estudiar la calidad del agua, se debe conocer el sistema hídrico del galpón, esta abarca desde el almacenamiento del agua, ya sea un pozo subterráneo o una laguna, hasta los bebederos dentro del galpón donde se encuentra la parvada. En este aspecto, es importante destacar la calidad de los materiales con los cuales se construye el sistema, pues estos influyen directamente en la calidad del agua, ya que por ejemplo “en tuberías de polietileno, las biopelículas se forman con mayor rapidez que en tuberías elaboradas con metales, así mismo el empleo del agua como medio de

transporte de vitaminas y minerales, favorece la formación de estas películas y por consiguiente de las bacterias.” (Acosta, 2018).

Con la finalidad de evitar en la mayoría de los casos la formación de biopelícula dentro de las tuberías del sistema, se deberá hacer de forma regular una limpieza de este sistema, “no siempre resulta posible la limpieza física del interior de las tuberías, para eliminar películas biológicas. Por lo tanto, entre parvadas se pueden aplicar altos niveles de cloro sólido o peróxido” (AVIGEN, 2018).

Luego de aplicar este método de desinfección en las tuberías que componen el sistema hídrico, se debe eliminar por completo la presencia de estos químicos. “El agua debe estar libre de especies de *Pseudomonas* y *Escherichia coli*. No debe haber más de un coliforme/mL en cualquier muestra y, en muestras de agua consecutiva, no se deben identificar coliformes en más del 5% de las muestras colectadas” (AVIGEN, 2018).

En lo referente a los equipos empleados para la crianza de los animales, los galpones deberán contar con una criadora, bebederos manuales o automáticos, comedores, termómetros, quemadores, entre otros. De entre todos estos elementos es importante resaltar el uso de los bebederos y comedores de los animales (Acosta, 2018).

Los bebederos manuales, son empleados durante las primeras dos semanas de crianza del pollo, el agua de estos bebederos se debe cambiar constantemente para que los animales no se deshidraten, sin embargo, estos son poco empleados hoy en día, debido a que humedecen la cama de los animales, por lo que han sido implementados los bebederos automáticos, que cuentan con un sistema de surtido hídrico constante, el cual no requiere que el trabajador ingrese constantemente al galpón, lo que podría inducir estrés en los animales (Alvarado, 2010).

“Los bebederos de primera edad son de poca capacidad y transparentes para poder tener un control más eficaz sobre el consumo de agua o medicamentos que se distribuya. Es conveniente llenar estos antes de la llegada de los pollos bebés, después de haberse prendido las criadoras, para que el agua esté a temperatura ambiente y evitar el empastamiento del ano, consecuencia de un proceso diarreico inicial, renovar el agua por una fresca y a una temperatura ambiente con mucha frecuencia porque se ensucia, sobre todo durante los primeros días, esta renovación de agua hay que hacerla por lo menos dos veces al día, ya que estos bebederos ensucian la cama y el excremento de las aves, para lo cual hay que lavarlos y desinfectarlos tantas veces como sea necesario antes de volverlos a llenar” (Alvarado, 2010).

Si el suministro de agua es inadecuado o bajo, la tasa de crecimiento disminuirá y por lo tanto afectará el rendimiento de la granja; mientras que si el suministro es excesivo puede propiciar la aparición de enfermedades dérmicas en la piel de los animales, lo cual conllevaría a una contaminación del galpón, y por consiguiente a pérdidas económicas del mismo. (AVIGEN, 2018).

En cuanto a la nutrición de la parvada ésta es extremadamente rigurosa y varía según los días, o las semanas de vida que tenga la parvada en general. La nutrición consta de una combinación de nutrientes específicos para el desarrollo de los pollos, y para el alcance del peso estipulado en el periodo de tiempo correcto, la composición del alimento afectará de forma directa el consumo de agua por parte de la parvada, así mismo es importante resaltar que se deben limpiar los comederos diariamente durante las primeras semanas de crecimiento de la parvada para evitar la mezcla de alimento nuevo con el alimento existente en los comederos, ya que este puede estar contaminado con materia fecal de la parvada (Acosta, 2018).



Otro factor a considerar en relación con el agua y la cría de la parvada son los medicamentos, estos, generalmente son adicionados al agua o a los alimentos para que sean luego ingeridos por la parvada, se pueden clasificar en medicamentos que faciliten la digestión de los alimentos ingeridos por el animal, medicamentos destinados a la prevención de enfermedades y fortalecimiento del sistema inmune del pollo y conservantes de los alimentos, la eficacia de estos medicamentos será determinada intrínsecamente por la calidad del agua, ya que, un agua que presenta altos recuentos de coliformes, influye en la termodinámica y farmacocinética de dichos medicamentos y por ende en la tasa de desarrollo de la parvada (AVIGEN, 2018).

En Venezuela, estos parámetros son dictaminados por el Ministerio del Poder Popular para el Ambiente, quienes mediante reformas legislativas han adecuado los parámetros establecidos a nivel internacional a las características propias de las fuentes fluviales de la nación, haciendo uso también de una clasificación del agua de acuerdo a sus usos y estableciendo los límites mínimos y máximos de elementos químicos, físicos y microbiológicos que deben estar presentes en las aguas del país.

En la Gaceta Oficial de la República de Venezuela del 13 de febrero de 1998, Nº 36.395, capítulo Nº II, artículo Nº 9 mencionan los aspectos microbiológicos que debe tener el agua para poder considerarse potable, específicamente indican que:

“Los resultados de los análisis bacteriológicos del agua potable deben cumplir los siguientes requisitos:

a. Ninguna muestra de 100mL, deberá indicar la presencia de organismos coliformes termorresistentes (coliformes fecales).

- b. El 95% de las muestras de 100mL, analizadas en la red de distribución no deberá indicar la presencia de organismos coliformes totales durante cualquier período de 12 meses consecutivos.
- c. En ningún caso deberán detectarse organismos coliformes totales en dos muestras consecutivas de 100 mL, provenientes del mismo sitio.”

Sin embargo, el estudio de Gil y cols., (2018) establece un límite de coliformes fecales de 0 NMP/100mL en aguas de consumo humano y de menos de 100NMP/100mL en aguas de uso pecuario. Finalmente, en la gaceta oficial de la república de Venezuela del 13 de febrero de 1998. Nº 36.395, en su capítulo Nº V, de la frecuencia de muestreo y análisis del agua para suministro como potable, en su artículo Nº 18 menciona que “la frecuencia mínima para la captación de muestras y análisis microbiológicos, será de una muestra anual y se captarán muestras adicionales, cuando se observen alteraciones o cuando lo exija la autoridad sanitaria competente.”

Entre los estudios realizados a nivel nacional sobre la calidad del agua destaca el realizado por Rivas y cols. (2016), quienes determinaron la calidad bacteriológica y pH del agua en una unidad de producción porcina ubicada en el Rincón de Monagas, estado Monagas. El pH fue medido por triplicado con ayuda de un potenciómetro. Para las pruebas microbiológicas se prepararon las muestras de acuerdo a lo descrito en la norma (COVENIN, 1989), para la determinación del número más probable se usó la técnica descrita en la norma COVENIN del año 1996 mientras que para la determinación de aerobios mesófilos se empleó la norma COVENIN del año 1987. Las variables correspondientes fueron examinadas por análisis de varianza y los valores promedios comparados por la prueba de Tukey con

5% de probabilidad, mediante el uso del paquete estadístico Info Stat© versión 2017. Se demostró que la calidad bacteriológica del agua del pozo fue adecuada según la norma COVENIN 1431-82; mientras que se detectaron elevados valores de coliformes totales, fecales y *E. coli*, en las diferentes áreas de producción, con excepción del área de reproductores.

Por su parte, autores como Gil y cols., (2018) evaluaron el índice de calidad del agua (ICA) en el río Guarapiche, estado Monagas, Venezuela, por el método del índice aritmético ponderado. Se evaluaron catorce parámetros de calidad del agua (temperatura, pH, dureza, CE (conductividad eléctrica), nitrato, nitritos, sulfato, cloruros, OD (oxígeno disuelto), Fe<sub>2</sub>, Mn<sub>2</sub>, Na, K, y CF (coliformes fecales). El peso relativo asignado a cada parámetro varió de uno a cuatro basado sobre la importancia del parámetro para la vida acuática. El ICA, se calculó en función de la idoneidad del agua subterránea para consumo humano consumo, para esto se asignaron un peso ( $w_i$ ) a cada uno de los catorce parámetros de acuerdo con su relativa importancia en la calidad general del agua para consumo humano.

Los valores de ICA calculados se clasificaron como excelente, bueno; pobre; muy pobre e inadecuado o no apta para consumo humano. En conclusión, los estadísticos descriptivos relacionados con los valores de calidad del agua de CF, Dureza, Cl y CE parecen ser de distribución estándar muy alta. Estas variables cambiaron considerablemente en el río Guarapiche con respecto a su valor promedio, pero no influyeron en la calidad de sus aguas porque no sobrepasaron los valores límites de las normas venezolanas, ni internacionales.

Así mismo Peñaranda y cols, (2020) evaluaron la calidad microbiológica del sedimento en dos piscinas de engorde del camarón

*Litopenaeus vannamei* en una granja camaronera del estado Zulia, para esto emplearon la determinación de microorganismos del género *Vibrio*, *Enterococcus* y de la familia *Enterobacteriaceae*. Detectando bacterias *Vibrio* en un 50% de las muestras analizadas, de los cuales, el 100% correspondió a *V. fluvialis*; *Enterococcus spp* (50%) y Enterobacterias en el 100% de las muestras, identificándose *E. coli* y *Klebsiella sp*. Las especies detectadas en el análisis son capaces de generar infecciones tanto en el camarón como en los individuos que los consumen.

De acuerdo a lo expuesto, es evidente que el agua para el consumo humano y animal debe ser de óptima calidad, en el caso específico de las aves el riesgo más común y extendido en relación al agua de bebida es la contaminación microbiana, considerando que las consecuencias son de tal magnitud que su control debe ser siempre un objetivo de importancia primordial (Bellostas, 2009). Es por ello que este trabajo planteó evaluar la calidad microbiológica del agua para consumo aviar en una granja de pollos de engorde ubicada en el estado Carabobo, considerando que esta evaluación favorece el control y la prevención de enfermedades transmitidas por agentes patógenos contaminantes del agua, que puedan afectar no solo a la parvada en estudio, sino también a la comunidad alrededor de la granja, los trabajadores de la misma, a los potenciales consumidores.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo general**

Evaluar la calidad microbiológica del agua para consumo aviar en una granja de pollos de engorde en el municipio “Diego Ibarra”, estado Carabobo, Venezuela.

### **Objetivos específicos**

- Determinar número más probable de coliformes totales, coliformes fecales y recuento de aerobios mesófilos.
- Reconocer agentes microbianos en los diferentes lugares de distribución de agua de la granja.
- Identificar factores potencialmente influyentes en la contaminación bacteriana del agua en los diferentes lugares de distribución del agua.
- Determinar la eficacia de los métodos químicos de potabilización del agua distribuida en la granja en estudio.



## MATERIALES Y MÉTODOS

### Tipo de investigación

Se realizó una investigación de tipo cuantitativa ya que se hizo un muestreo de los diferentes puntos de agua de la granja en estudio en dos tiempos diferentes, con la finalidad de cuantificar la carga bacteriana del agua en cada punto de la granja en estos dos tiempos, de esta manera se obtuvo un enfoque más crítico acerca de la calidad del agua, sus agentes patógenos, y los factores que propician su contaminación. Así mismo, la presente investigación según sus objetivos se puede clasificar en una investigación del tipo descriptiva y correlacional, entendiendo que se caracterizaran las variables que afectan directamente la calidad del agua y su relación con la presencia o ausencia de agentes patógenos en la misma, comparándolos a su vez con los métodos químicos de potabilización del agua empleados por la granja. (McGraw-Hill, 1991).

Finalmente, según el tipo de fuentes empleadas en dicha investigación se puede clasificar como una investigación de campo entendiendo que no fueron alteradas ninguna de las variables concernientes a los fenómenos que tengan lugar en la granja, es decir, no se alteraron los procedimientos químicos de potabilización del agua, ni las afluentes hídricas empleadas en la hidratación de la parvada, ni el cuidado que suministra la granja a la parvada durante su desarrollo. **Ibíd.**

### Muestras biológicas

Durante el curso de la presente investigación se realizó el estudio microbiológico de muestras de agua de diversos puntos del sistema de aguas potables de galpón de pollo en estudio, se tomaron en cuenta los puntos ubicados desde el pozo profundo hasta los bebederos empleados por la parvada para su hidratación. Dichas muestras fueron tomadas en diferentes

tiempos de cría aviar de forma tal que se pudo establecer una comparación de la calidad microbiológica del agua en presencia y ausencia de la parvada en el galpón, esto con la finalidad no solo de determinar la eficacia de los métodos químicos de potabilización empleados por la granja, sino también para determinar si la misma parvada constituye un factor contaminante del agua que consumen.

### **Recolección de datos:**

Se emplearon planillas de campo, con toda la información necesaria de las muestras colectadas, indicando la fecha, hora y el punto de recolección de las muestras (Anexo A), así mismo durante el procesamiento de dichas muestras se emplearon también planillas en las cuales se detalló lo referente al cultivo, identificación bioquímica y demás pruebas de laboratorio realizadas a las muestras para la identificación bacteriana (Anexo B).

### **Toma de muestras de agua y puntos de recolección**

La recolección de las muestras de agua de los diferentes puntos del sistema hídrico del galpón, se realizó en los pozos 1 y 2, que surten los galpones 1 y 4, así mismo también se tomaron muestras de los 2 tanques que almacenan el agua de los mismos, también se recolectaron muestras de los bebederos en las áreas anterior, media y posterior de los galpones 1 y 4. Se realizó bajo las especificaciones establecidas por la Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN) en su edición 2614 del año 1994.

Específicamente en el apartado 5 subapartado 5.2 denominado tomas de muestras para análisis microbiológicos. Para el muestreo en grifos se eliminaron los accesorios externos como filtros, boquillas de goma u otros dispositivos; también se desprendieron los sedimentos acumulados en el grifo y se drenó el agua del grifo durante 5 minutos; luego se cerró la salida de agua para desinfectar el punto de toma utilizando alcohol y mechero,

posteriormente se abrió el grifo nuevamente y se dejó drenar por 2 a 3 minutos, luego de ese tiempo se reguló la salida del flujo de agua para rápidamente colocar el envase bajo el grifo y llenarlo hasta 3/4 partes del mismo.

Las muestras fueron recolectadas en dos tiempos diferentes de trabajo del galpón, se tomaron en primera instancia cuando el galpón estaba limpio esperando el ingreso de la parvada, pues en este tiempo aún no se trata el agua con los métodos de desinfección, y posteriormente se tomaron cuando la parvada tenía 20 días dentro del galpón, puesto que ya el agua está siendo tratada para consumo de la parvada.

### **Evaluación microbiológica de las muestras de agua**

La evaluación microbiológica de las muestras de agua recolectadas se realizó según lo establecido en la norma mexicana NMX-AA-042-SCFI del año 2015, el cual corresponde al método de determinación del número más probable de bacterias coliformes. Así mismo se realizó la determinación de aerobios mesófilos según lo establecido por COVENIN en su edición 902 del año 1987.

### **Prueba presuntiva**

Se inocularon 10 mL de cada muestra de agua en tres tubos que contenían el caldo de lauril sulfato triptosa doble concentrado, estos tubos se incubaron a  $35 \pm 5^{\circ}\text{C}$ . Después de  $24 \pm 2$  horas se agitó suavemente cada tubo y se observó si había o no formación de gas, dentro del tubo de Durham, y/o turbiedad, si no hay presencia de ninguno de estos dos aspectos, los tubos se incuban nuevamente por  $24 \pm 2$  horas bajo las mismas condiciones de la primera incubación, luego de esta segunda incubación, se consideraron positivos todos los tubos que presenten turbidez y/o formación de gas.

### **Prueba de confirmación**

Se inoculó una asada del cultivo de los tubos que resultaron positivos, a la presencia de turbidez y/o a la formación de gas, en tubos que contengan el caldo de lactosa bilis verde brillante al 2%, con tubo de fermentación invertido. Estos fueron incubados por 48 horas a  $35 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ , posteriormente se observaron que tubos presentaron formación de gas, y estos se consideraron positivos a la prueba confirmatoria, por lo cual se realizó el conteo de los tubos positivos y el resultado se extrapolo a las tablas de número más probable correspondientes, presentes en la norma COVENIN 3047-93.

### **Identificación de coliformes fecales y de *Escherichia coli***

Se tomó una alícuota de los tubos resultantes positivos de lactosa verde brillante al 2%, en la determinación de coliformes fecales, y se inocularon en caldo de enriquecimiento de coliformes, a  $35^{\circ}\text{C}$  por  $24 \pm 2$  horas; adicionalmente se realizó la siembra por estría en agar Levin y se incubaron bajo las mismas condiciones, pasadas las 24 horas se consideraron positivos los tubos de caldo de enriquecimiento de coliformes donde hubo formación de gas en el tubo de Durham y turbidez en el medio, mientras que en las placas de agar Levin se considerando positivas aquellas que presentaron colonias color violeta oscuro o negro con o sin brillo metálico. Posteriormente se sembró por estría en agar nutritivo como lo expresa la norma COVENIN 1104-96, para la obtención de un cultivo puro de la colonia, y su posterior identificación por medio de las pruebas bioquímicas, características de la colonia y las características presentes en la tinción de Gram.

Las muestras que resultaron negativas para la determinación de *E. coli*, fueron inoculadas por estría en agar MacConkey para la identificación de otras bacterias del grupo coliformes o de *Pseudomona sp.*

### **Recuento de mesófilos**

Se realizó el procedimiento expuesto por la norma COVENIN 902-87, primeramente se realizaron diluciones seriadas de 1:10, obteniendo series de  $1 \times 10^{-2}$ ,  $1 \times 10^{-3}$ ,  $1 \times 10^{-4}$ ,  $1 \times 10^{-5}$ , de las cuales se tomó 1 mL, para incubarse en la placa de Petri, donde primero se colocó la muestra para luego extenderse por rotación en todo el fondo de la placa; sobre esta se vaciaron de 12-15 mL del agar nutritivo previamente preparado, y se incubaron a  $32^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  por 48 horas  $\pm$  3 horas, transcurrido este tiempo se procedió a realizar el conteo de las colonias presentes en la placa, anotándose la cantidad de colonias presentes en la placa correspondiente a cada dilución de las muestras.

### **Identificación Bioquímica**

Se inocularon alícuotas de los tubos que resultaron positivos en diferentes medios destinados a la identificación bioquímica bacteriana como lo son los medios de cultivo TSI, citrato, SIM y rojo de metilo. Así mismo se realizó la siembra de las muestras en otros agares más selectivos como el agar *Salmonella-Shigella* para el aislamiento de estas bacterias. Para la confirmación de las especies bacterianas se llevaron a cabo pruebas más específicas que la identificación bioquímica, como es el caso de la bacteria *Pseudomona aeruginosa* a la cual se le realizó la prueba de gelatinasa la cual es específica de esta especie.

### **Identificación de filamentos bacterianos**

Para el aislamiento de esta especie bacteria la muestra fue sembrada en agares para bacterias Gram negativas, como el agar MacConkey, a



diferentes temperaturas pues al sospecharse de este género bacteriano se sometió a temperaturas de hasta 60°C posteriormente se realizaron extendidos de las colonias para corroborar su pureza y proceder con la realización de la batería bioquímica y pruebas más específicas como la prueba de oxidación del sulfuro de hidrógeno.

En esta se emplearon 3 tubos del medio Kligler, en 2 de estos se inoculo una cepa de la bacteria *Salmonella enteritidis* la cual es productora de sulfuro de hidrógeno a las 24 horas de crecimiento, posteriormente se tomó uno de los tubos previamente inoculados con *Salmonella enteritidis* y se inoculo la colonia sospechosa a partir de las 48 horas de incubación esta bacteria inicio un proceso de oxidación del sulfuro de hidrógeno, el cual se evidenció en la pérdida del color negro del medio Kligler, y se comparó con el tubo inoculado únicamente con *Salmonella enteritidis* como control negativo mientras que el tubo sin inocular se empleó como control positivo.

### **Identificación de hongos**

Se sembró por estría en agar Sabouraud, aquellas muestras positivas para las pruebas presuntivas y confirmatorias, incubando a 25 °C por 24 horas, posteriormente se consideraron positivas aquellas placas en las cuales se observó crecimiento. También se les realizo un extendido para corroborar la pureza de las mismas y proceder a la identificación de bioquímico del cultivo.

Para el aislamiento de este hongo levaduriforme se realizó la siembra de las muestras en Agar Sabouraud, y en agar Sabouraud con tween 80, en primera instancia posteriormente se realizó la siembra de las colonias sospechosas en agares específicos como el agar harina de maíz, agar harina de maíz con glucosa y agar lactrimel, ya que estos permitían observar no solo la presencia de blastoconidias sino también la presencia de

clamidosporas. También se realizó la prueba del tubo germinal la cual consistió en inocular la colonia sospechosa en suero humano y en caldo BHI al cual se le adicionó KOH para mayor especificidad, luego se realizó la observación al microscopio de estas estructuras en un examen en fresco. (Laboratorio de Patología Aviar-INIA, 1980).

### **Identificación de algas**

Para el cultivo y aislamiento de esta especie de micro alga se sembró la muestra en caldo BHI, el cual fue incubado a 35°C, posteriormente se observó la presencia de crecimiento microbiológicos en la superficie del caldo, a esto se le realizó un examen en fresco para observar la morfología microbiológica presente en dicha muestra. (OPS, 2019).

### **Identificación de factores influyentes en la contaminación de las aguas**

En cuanto a los factores influyentes en la contaminación del agua de la granja se dividieron entre los que pueden afectar la integridad del agua desde el pozo y aquellos que la pudieran contaminar a partir de los tanques de agua. Entre los factores que afectan directamente la integridad del agua desde el tanque son la limpieza e higienización de los mismos y su mantenimiento o reposición. Para esto se realizó un levantamiento de croquis de la distribución de la granja considerando como puntos críticos las distancias de los pozos de agua profunda a los galpones, el recorrido y la distancia de las tuberías que comunican el pozo con los tanques y a su vez los tanques con los galpones, así como también la distancia entre el pozo de agua y el pozo séptico ubicado dentro de la granja (Figura 1).

### **Determinación de la eficacia de los métodos de potabilización**

Los métodos de potabilización de agua más comúnmente empleados en pequeñas granjas productoras de pollos de engorde, como la estudiada,

es la cloración este método consiste en la aplicación de pastillas de cloro de 200 gramos por cada 1000 litros de agua, la concentración de estas pastillas de cloro es del 90% lo que equivale a 100 ppm (partes por millón), esta pastilla se debe renovar cada 6 días si la capacidad de los tanques es de 3000 litros. Para cada galpón en uso son habilitados dos tanques con una capacidad de uno de 1000 litros y el otro de 2000 litros.

Por lo que se le agregan 1 pastilla cada dos días al tanque de 1000 litros y cada tres días al tanque de 2000 litros, hasta completar 1 kg de cloro agregados al agua durante todo el desarrollo de la parvada en el galpón, hay que resaltar también la aplicación de medicamentos y compuestos destinados a mejorar el desarrollo de la parvada, entre los medicamentos empleados en la granja destaca el uso de Ciprofloxacino de 500 mg por cada 2000 litros y de Tartrato de tilosina de 300 gr por cada 2000 litros de agua, así como el uso de Ácido acético a razón de 1 litro por cada 1000 litros de agua.

El Ciprofloxacino es empleado para evitar el crecimiento y la proliferación de microorganismos Gram negativos entéricos y *Pseudomona aeruginosa*, mientras que el Tartrato de tilosina se adiciona con la finalidad de evitar el crecimiento de Micoplasmas, por su parte el Ácido acético se emplea como un método alternativo antibacteriano ya que “el uso diario de ácido acético en el agua de bebida para pollos de ceba Cobb 500 demostró un control en la presencia y proliferación de *E. coli* en el buche” (Díaz y Cedeño, 2017).

Para comprobar la eficacia de los métodos de potabilización de agua empleados en la granja se compararon los niveles de coliformes totales y coliformes fecales obtenidos del agua cruda con los niveles obtenidos del agua con tratamiento.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para clasificar el agua como apta para consumo humano o animal esta es sometida a diferentes pruebas físico químicas y microbiológicas que determinan su pureza, entre las pruebas microbiológicas, destaca la determinación de coliformes totales, coliformes fecales y aerobios mesófilos ya establecidas en Venezuela por normas COVENIN, en sus ediciones 3047-93, 1104-96 y 902-87 respectivamente; dichas normas no solo establecen los parámetros bajo los cuales deben ser realizadas estas pruebas sino también los resultados de las mismas, a donde luego se extrapolan los resultados obtenidos por el investigador.

Estos resultados se correlacionan también con los parámetros establecidos a nivel nacional, los cuales se encuentran reflejados en la Gaceta Oficial de la República de Venezuela del 13 de febrero de 1998, Nº 36.395, capítulo Nº II, artículo Nº 9, donde se establece además que el 95% de las muestras de 100mL de agua, analizadas en la red de distribución no deberá indicar la presencia de organismos coliformes totales durante cualquier período de 12 meses consecutivos. Según Zambrano y cols., (2019) “El agua en la producción de pollos es de suma importancia. Por lo tanto, su nivel de calidad debe ser mayor o igual al de la genética de las aves.”

Para el recuento de coliformes totales en relación al primer tiempo de muestreo, que corresponde al periodo en que el agua no es tratada, se observó que las muestras correspondientes a pozos y tanques resultaron positivas, obteniendo 240 NMP/100 ml para las muestras de pozo y del tanque N°2 correspondiente al primer galpón, mientras que para el tanque número 1 correspondiente al cuarto galpón se obtuvieron  $\geq 2400$  NMP/100 ml.

Durante el segundo tiempo de muestreo, que corresponde al periodo en que el agua es tratada para consumo de la parvada, los resultados fueron de 240 NMP/100 ml para la muestra de tanque 1 correspondiente al cuarto galpón, como se expresa en la tabla 1.

**Tabla 1. Pruebas coliformes totales, coliformes fecales y crecimiento en caldo EC.**

Zona de muestreo	Tiempo de muestreo	Identificación de muestra	Coliformes totales NMP/100mL	Coliformes fecales NMP/100mL	Crecimiento en caldo EC
<b>Pozo</b>	Agua cruda	P1	240	<3	----
		P2	240	240	Turbidez/Gas
<b>Tanques galpón 1</b>	Agua cruda	G1T1	<3	<3	----
		G1T2	240	<3	----
	Agua tratada	G1T1	<3	<3	----
		G1T2	<3	<3	----
		B1	<3	<3	----
<b>Tanques galpón 4</b>	Agua cruda	G4T1	≥2400	240	Turbidez/Gas
		G4T2	<3	<3	
	Agua tratada	G4T1	240	240	----
		G4T2	<3	<3	----
		B4	<3	<3	----

Crecimiento en caldo EC. P1: pozo 1, P2: pozo 2, G1T1: galpón 1 tanque 1, G1T2: galpón 1 tanque 2, G4T1: galpón 4 tanque 1, G4T2: galpón 4 tanque 2.

Al correlacionar estos resultados con los límites establecidos en la 13 de febrero de 1998, Nº 36.395, capítulo Nº II, artículo Nº 9 mencionan los aspectos microbiológicos que debe tener el agua para poder considerarse potable, específicamente indican que: “Ninguna muestra de 100mL, deberá

indicar la presencia de organismos coliformes termo resistentes (coliformes fecales).” Mientras que para coliformes totales establece que “En ningún caso deberán detectarse organismos coliformes totales en dos muestras consecutivas de 100mL, provenientes del mismo sitio.”

Se observa que este cumple no con los parámetros establecidos para considerar esta agua de uso pecuario. De igual forma al comparar los resultados con los límites establecidos en el estudio de Gil y cols., (2018) donde establece un límite de coliformes fecales de 0 NMP/100mL en aguas de consumo humano y en aguas de uso pecuario, se observa que esta agua no es considerada apta para su uso pecuario.

Así mismo al comparar los resultados entre sí de los diferentes tiempos de toma de muestra, se observa una notable reducción en el conteo de coliformes totales para las muestras correspondientes al galpón 4 tanque 1 siendo esto indicativo de que el método químico de potabilización empleado en la granja se emplea de forma correcta para la purificación microbiológica de la misma, mientras que en el tanque 2 correspondiente al cuarto galpón hubo un incremento en el número esperado de coliformes totales para ser agua tratada.

Para el recuento de coliformes fecales correspondieron a 240 NMP/100 ml para las muestras del pozo y la muestra del tanque número 1 que suministra de agua el cuarto galpón. Mientras que durante el segundo tiempo de muestreo se obtuvo el mismo resultado 240 NMP/100 ml para la muestra correspondiente al tanque número 2 del cuarto galpón, como se expresa en la tabla n°1. Al comparar estos resultados con los límites establecidos en el estudio de Gil y cols., (2018) donde se establece un límite de coliformes fecales de 0 NMP/100mL en aguas de consumo humano y uso

pecuario, se observa que esta agua cruda excede los parámetros establecidos para considerarla de uso pecuario.

Sin embargo, al observar los resultados del agua tratada de pozos y tanques del galpón uno y del tanque número 1 del galpón cuatro se evidencia que el tratamiento químico de potabilización que emplea la granja es el adecuado para la eliminación de coliformes fecales en el agua. Este método consiste en agregar una pastilla de cloro al 90% por cada 10 mil litros de agua, de esta forma se potabiliza el agua que será empleada para la cría de los animales en pequeñas granjas productoras.

El agua tratada que excede los límites de coliformes fecales (tabla n°1) corresponde al tanque número 2 que suministra agua al galpón cuatro, esto debido a que en este tanque en particular no emplean pastillas de cloro, que es el método de potabilización empleado, por el contrario, a esta agua se le adiciona ácido acético a razón de 1:1000 (un litro de ácido acético por cada mil litros de agua) esto con la finalidad de endurecer las heces de la parvada durante su estadía en el galpón.

“La calidad del agua potable y el sistema de agua potable (DWS) desempeñan un papel importante en la salud general y el rendimiento del ganado, incluidos los pollos de engorde. El agua potable para pollos de engorde puede estar contaminada a través del sistema hídrico o a través de la contaminación animal. Puede producirse la transmisión de patógenos a través del agua al ganado y a los seres humanos y, por tanto, causar un riesgo potencial para la salud humana y animal.” Maes S. y cols (2019).

Se obtuvieron colonias *Escherichia coli* de las muestras del pozo (P1) y del tanque correspondiente al cuarto galpón (G4T2). Estas se identificaron por la presencia de gas y turbidez en los tubos con caldo EC y por colonias características en agar EMB o Levine. Mientras que las muestras

correspondientes al segundo tiempo de muestreo resultaron negativas para este parámetro.

La *E. coli* “ha sido descrita anteriormente como un microorganismo formador de biopelículas en sistemas de agua para humanos y animales” Maes S. y cols. (2019). Esta bacteria es responsable de enfermedades sistémicas o localizadas, la mayoría de estas son producidas por la cepa de *E. coli* extra intestinal (ExPEC), específicamente el subconjunto de *E. coli* patogénica aviar (APEC), responsable de las principales causas de mortalidad y morbilidad, en ovíparos, específicamente en los pollos de engorde. La enfermedad más común causada por esta bacteria se denomina colibacilosis esta varía con los diferentes tipos de infección u órganos afectados, pero en su mayoría los signos clínicos observados en las aves debilidad, plumas erizadas y fiebre. Pueden aparecer adicionalmente, dificultad respiratoria, tos ocasional, postración, jadeos y diarrea. La mortalidad aparece generalmente a las 24 horas y llega al máximo a los 5 a 7 días, acarreando pérdidas significativas para la granja.

**Tabla 2. Número Mas Probable para 3 tubos, norma mexicana NMX-AA-042-SCFI-2015.**

Número de tubos que dieron reacción positiva			NMP por 100 mL	Límite de confianza al 95 %	
3 de 10 mL	3 de 1 mL	3 de 0,1 mL		Inferior	Superior
0	0	0	<3	-----	-----
0	0	1	3	< 1	9
0	1	0	3	< 1	13
1	0	0	4	< 1	20
1	0	1	7	1	21
1	1	0	7	1	23
1	1	1	11	3	36
1	2	0	11	3	36
2	0	0	9	1	36



2	0	1	14	3	37
2	1	0	15	3	44
2	1	1	20	7	89
2	2	0	21	4	47
2	2	1	28	10	140
3	0	0	23	4	120
3	0	1	39	7	130
3	0	2	64	15	379
3	1	0	73	7	210
3	1	1	75	14	230
3	1	2	120	30	380
3	2	0	93	15	380
3	2	1	150	30	440
3	2	2	210	35	470
3	3	0	240	36	1300
3	3	1	460	71	2400
3	3	2	1100	150	4800
3	3	3	≥2400	-----	-----

En lo referente al recuento de aerobios mesófilos se obtuvieron recuentos desde  $4,1 \times 10^6$  UFC/mL para las muestras de pozo mientras que los estimados de recuento estándar, en las muestras de tanque del primer galpón fueron mayores de  $6 \times 10^7$  UFC/mL. Mientras que en las muestras correspondientes al cuarto galpón el recuento de aerobios mesófilos fue mayor a  $3,8 \times 10^5$  UFC/mL, como se expresa en la tabla 3.

**Tabla 3. Recuento de aerobios mesófilos en diferentes zonas de muestreo de la granja**

Zona de muestreo	Identificación de muestra	Aerobios mesófilos UFC/mL
------------------	---------------------------	---------------------------

<b>Pozo</b>	P1	$7,5 \times 10^6$
	P2	$4,1 \times 10^6$
<b>Tanques galpón 1</b>	G1T1	$16,5 \times 10^7$
	G1T2	$6 \times 10^7$
<b>Tanques galpón 4</b>	G4T1	$6,5 \times 10^5$
	G4T2	$3,8 \times 10^5$

P1: pozo 1, P2: pozo 2, G1T1: galpón 1 tanque 1, G1T2: galpón 1 tanque 2, G4T1: galpón 4 tanque 1, G4T2: galpón 4 tanque 2.

### Identificación bioquímica

De las muestras resultantes positivas para la prueba de coliformes totales, se procedió a realizar la identificación y aislamiento bacteriano de medios selectivos, encontrándose en las muestras de pozo el aislamiento de *Escherichia coli*, *Pseudomona spp*, complejo *Cándida no albicans*, además de especies bacterianas saprofitas del suelo, como *Beggiatoa spp* y *Mycrasterias*. Mientras que de las muestras correspondientes a los tanques se aisló *Shigella spp*.

En cuanto a la relación de estas bacterias y hongos con enfermedades en la parvada la *Pseudomona spp*, es un bacilo Gram negativo, no fermentador que se caracteriza por ser un patógeno oportunista, esta bacteria causa “síndrome anémico depresivo, aumento de temperatura y enteritis que puede llegar a ser hemorrágica.” (Peña, 2020), pudiendo desencadenar en neumonía o bacteriemia, que se complica en su tratamiento por las resistencias naturales a antimicrobianos que presenta, los cuales en conjunto con los mecanismos de resistencia adquiridos ha sido objeto de estudios actuales como el de Mostafa y cols. (2019) donde se ha sugerido que la parvada constituye un reservorio de bacterias resistentes a los antibióticos que pueden agravar las infecciones existentes por

*Pseudomona spp*, cuya farmacorresistencia representa un déficit en la efectividad del tratamiento de parvadas enfermas con esta bacteria.

“Se sabe que el género *Pseudomonas* está abundantemente presente en aguas naturales y, por lo tanto, probablemente también en el sistema de distribución de agua de los pollos de engorde.” Maes S. y cols. (2019). Su aislamiento es de suma relevancia ya que puede llegar a causar enfermedades no solo en la parvada sino también en los seres humanos que consuman productos derivados de la granja en estudio, varios estudios han revelado la habilidad de la *Pseudomona aeruginosa* para provocar septicemia, neumonía, necrosis sistémica y enteritis en pollos de engorde Wafaa A. (2021).

Si bien la mayoría de las infecciones en pollos de engorde son causadas por bacterias y virus, recientemente ha habido un incremento en las infecciones fúngicas en las granjas de pollo de engorde, entre los agentes etiológicos causantes de estas infecciones fúngicas destaca la *Candida spp*, estudios sugieren que “La principal especie que comúnmente se aísla de la candidiasis clínica de cultivos es *C. albicans*, que causa alrededor del 95% de los casos clínicos” Zaid Yaseen I. y cols. (2020). Este hongo forma parte de la flora intestinal de las aves, pero cuando son sometidos al uso abusivo de los antibióticos, la utilización de formaldehído, inmunosupresión, hipovitaminosis o intoxicación por aflatoxinas causa candidiasis una infección localizada en las mucosas gastrointestinales específicamente las vías altas y terminal como son la orofaringe, molleja, el esófago y el recto.

“Aunque la aparición de candidiasis aviar es esporádica, se han informado brotes que causan importantes pérdidas económicas a las granjas. A pesar de las graves pérdidas económicas, se sabe poco sobre el papel de los hongos patógenos en el tracto digestivo superior de las aves de corral, y

la información sobre la prevalencia de la micosis y sobre la diversidad genética de las cepas es bastante limitada.” Domán M. Y cols. (2023).

“Si bien *C. albicans* es la especie más abundante e importante, *C. tropicalis*, *C. glabrata*, *C. parapsilosis*, *C. krusei* y *C. lusitaniae* también han sido implicadas como agentes causales.” Salem L. M. y cols. (2019), la transmisión de *Cándida spp* se produce principalmente a través de la contaminación fecal del alimento y el agua de bebida de los pollos, destacándose entonces la importancia de mantener la higienización de los galpones de cría además de los bebederos usados para la cría de los pollos. La candidiasis presente en animales se observa como una infección severa y suele ser inespecífica, entre sus manifestaciones clínicas destaca la inapetencia, retraso en el crecimiento y diarrea (Fagbohun y cols., 2019).

Otra de las bacterias aisladas y causante de enfermedades entéricas y sistémicas en los pollos de engorde es la *Shigella spp*, esta es una bacteria Gram negativo perteneciente a la familia Enterobacteriaceae, inmóvil y no fermentadora de lactosa, si bien las infecciones a causa de esta bacteria son poco comunes en pollos de engorde, existen estudios donde se determina la presencia de esta en las parvadas de diversas granjas de pollo de engorde y granjas avícolas, lo cual no solo supone que los animales estén presentando signos de shigelosis sino que también implica un riesgo de contagio para los consumidores finales de los pollos de engorde y de los productos de granjas avícolas (Keerthirathne y cols., 2021).“La infección por *Shigella spp* se ha convertido en un problema de salud pública ya que las especies de *Shigella spp* aisladas de humanos o pollos tienen características biológicas y serológicas idénticas, por lo que se debe tener cuidado para evitar la transmisión cruzada del hombre al pollo o viceversa.” Ugwu C. y Nwanko D. (2021).

Esto conllevaría no sólo a pérdidas económicas a nivel de la industria avícola para pequeños y grandes productores, sino que también puede llegar a generar pérdidas humanas por contaminación con bacterias patógenas para humanos que además podrían presentar diferentes tipos de resistencia a antimicrobianos. “Las bacterias resistentes a los medicamentos recientemente aparecidas están predispuestas a actuar como patógenos para quienes trabajan en granjas, en el sector de la salud animal y en los almacenes de carne, así como para los consumidores a través del contacto directo e indirecto a través de productos alimenticios, la exposición a sustancias infectadas animales, a través del estiércol, etc.” Ezemba C. y cols (2022)

Así mismo también fueron aislados filamentos bacterianos saprofitos del suelo como *Beggiatoa spp*, la cual se caracteriza por estar en ambientes ricos en azufre, este es un filamento bacteriano oxidador del sulfuro de hidrógeno, siendo capaz de utilizarlo como fuente de energía lo que da lugar a depósitos intracelulares de azufre dentro de la estructura bacteriana. Este se puede encontrar en fondos marinos, fondos de aguas dulces, aguas residuales contaminadas y agujeros hidrotérmicos profundos.

“El almacenamiento de azufre en bacterias se documentó por primera vez en el siglo XIX cuando Winogradsky propuso el concepto de quimiolitotrofia a partir de observaciones de glóbulos de azufre en filamentos de *Beggiatoa*. Desde entonces, se ha informado que microorganismos taxonómicamente diversos almacenan azufre de valencia cero ya sea intracelularmente (p. ej., *Beggiatoaceae* y *Chromatiaceae*) o extracelularmente (p. ej., *Ectothiorhodospiraceae*, *Chlorobiaceae* y *Thiobacillus*) como intermediario en la oxidación de compuestos de azufre reducido. El azufre interno, que se encuentra dentro de las invaginaciones del periplasma, se ha observado que el azufre biológico se caracteriza por

una menor densidad y una estructura cristalina diferente que el azufre ortorrómbico.” Berg J. y cols (2013).

El aislamiento de este filamento bacteriano fue posible debido a las características hidrológicas del estado Carabobo, específicamente del municipio Diego Ibarra y del Parcelamiento Las Vueltas, sitio donde se llevó a cabo el estudio, esto debido a que en esta zona existen afluentes de aguas termales, las cuales son ricas en azufre y sulfuro de hidrógeno. Sin embargo, estudios muestran la capacidad termo adaptativa de esta bacteria “Anteriormente se habían observado mantos blancos de bacterias azufradas en las frías profundidades del mar y también en el Ártico. Estas a menudo están asociadas con sistemas de filtración donde el fluido de los poros sulfídicos emerge en la superficie del sedimento. Un ejemplo notable es el volcán de lodo Håkon Mosby en el profundo Atlántico Norte al oeste de Spitsbergen, donde se han observado densas esteras de *Beggiatoa* a 1250 m de profundidad de agua que prosperan a una temperatura de 0,5 °C. Por lo tanto, no es un hallazgo nuevo que la *Beggiatoa* marina pueda vivir a temperaturas cercanas a cero, siempre que haya suficiente sulfuro disponible.” Jørgensen B. y cols. (2010).

Datos sugieren que esta oxida completamente el sulfuro a sulfato cuando estas cepas se cultivan con bajas concentraciones de sulfuro. Sin embargo, parece que, a concentraciones elevadas de sulfuro, la velocidad de oxidación del azufre es menor que la oxidación del sulfuro, lo que provoca que hasta la mitad del sulfuro oxidado se deposite como azufre y, en algunos casos, provoque la ruptura celular. “A diferencia de otras bacterias del azufre, como *Thiobacillus denitrificans*, que oxidan el azufre almacenado sólo después de que se han agotado otros compuestos de azufre reducidos, como el tiosulfato. *Beggiatoa spp.* Es capaz de oxidar sulfuro y azufre simultáneamente.” Berg J. y cols (2013).

Este fue uno de los primeros aislados para la descripción de litotrofia, grupo de bacterias que utiliza compuestos inorgánicos como fuente de energía, debido a sus exigencias nutricionales esta no representa un riesgo para la salud de la parvada.

Finalmente, también se aisló un alga perteneciente al reino Plantae, división Chlorophyta, clase Zygnematophyceae, de la familia *Desmidiaceae*, del género *Micrasterias spp*, este grupo de microalgas unicelulares se divide en dos compartimientos por un istmo y se encuentran principalmente en agua dulce. En base a esto se identificó el género *Micrasterias spp*, el cual constituye un componente importante del fitoplancton dulceacuícola en Venezuela, se caracteriza por contorno elíptico a circular, en general un poco más largas que anchas, comprimidas dorsiventralmente, simétricas bilateral y bipolarmente. Hemicélulas con 3 o 5 lóbulos bifurcados, siendo el lóbulo polar siempre cuneiforme alargado. Algunas especies forman cadenas por unión de las células a partir de sus polos. Seno profundo, ampliamente marcado. (Instituto amazónico de investigaciones Científicas-SINCHI, 2008).

“Investigaciones recientes han proporcionado evidencia de que las microalgas en general están colonizadas por una comunidad microbiana menos diversa (es decir, las ficosferas). En general, hay menos de 30 aislamientos bacterianos a nivel de especie asociados a estas biopelículas de ficosfera algas-bacterianas. Estas publicaciones implican que dentro de los microbiomas de las microalgas se pueden encontrar frecuentemente bacterias afiliadas a los filos de Bacteroidetes, como: las proteobacterias alfa, beta, epsilon y gamma.” Krihn-Molt I., y cols (2017). Estas proteobacterias son comúnmente halladas en fondos marítimos con presencia de sulfuro de hidrógeno y de bacterias que oxidan este compuesto como *Beggiatoa spp* lográndose una simbiosis microbiológica en los ambientes subacuáticos ricos en sulfuro y azufre.

**Tabla N°4 Características de cultivos y observación microscópica**

<b>MUESTRA</b>	<b>GENERO/ESPECIE</b>	<b>MORFOLOGÍA</b>
<b>Pozo 1</b>	<i>Beggiatoa spp</i>	Filamento
<b>Pozo 1 y Galpón 4 Tanque 2</b>	<i>Escherichia coli</i>	Bacilo
<b>Pozo 2 y Galpón 4 Tanque 2</b>	<i>Shigella spp</i>	Bacilo
<b>Pozo 2</b>	<i>Pseudomona aeruginosa</i>	Bacilo
<b>Pozo 1</b>	Complejo <i>Cándida no albicans</i>	Blastoconidias
<b>Pozo 1</b>	Complejo <i>Cándida albicans.</i>	Clamidosporas
<b>Pozo 1</b>	<i>Mycrasterias spp.</i>	Microalga

En cuanto a los factores influyentes en la contaminación del agua de la granja se dividen entre los que pueden afectar la integridad del agua desde el pozo y aquellos que la pudieran contaminar a partir de los tanques de agua. Dentro de los factores que afectan directamente al pozo de agua se encuentra la distancia desde el pozo séptico presente en la granja al pozo de agua profunda, esta distancia comprende 110 metros aproximadamente por lo cual una fisura en el mismo no representa un riesgo directo de contaminación para el agua del pozo profundo, sin embargo se deben considerar los factores geográficos y la ubicación misma de la granja, ya que esta se encuentra cercana a montañas que proporcionan al terreno una pendiente que desfavorece la ubicación de la granja ya que esta se encuentra ubicada hacia el sur de dicha pendiente aunado a esto hay que considerar también los urbanismos cercanos a la granja los cuales no cuentan con un sistema de desecho de aguas negras sino que cada casa correspondiente a estos urbanismo cuenta con su propio pozo séptico.



Adicionalmente se debe considerar que el pozo de agua profunda se encuentra cerca de la carretera de ingreso al parcelamiento y por debajo del nivel de la capa asfáltica, contribuyendo esto en invierno al depósito de aguas de lluvia sobre el pozo de agua profunda considerándose otro factor a tener en cuenta como posible contaminante, otro factor que afecta directamente al agua del pozo es el material con el que están hechas las tuberías por las cuales fluye el agua desde el pozo profundo hasta los tanques de almacenamiento en los galpones.

Estas tuberías están constituidas de metales, siendo esta la que sale directamente del pozo profundo y se conecta con una tubería de PVC, siendo esta la que surte el agua hacia los tanques de almacenamiento en los distintos galpones, la limpieza de estas tuberías se debe realizar de forma constante antes de la llegada de una nueva parvada a los galpones con la finalidad de minimizar la formación de biopelículas bacterianas las cuales pueden proliferar con mayor rapidez en las tuberías de PVC que en las tuberías con componentes metálicos.

La limpieza e higienización de los tanques se debería realizar de forma constante entre cada parvada para garantizar su salud y buen crecimiento, otro factor influyente en esta área es el resguardo de los tanques, el uso de las tapas de forma adecuada y la constitución de los mismos, ya que al estar los tanques expuestos a la intemperie se encuentran sujetos a los cambios climáticos y a la contaminación del agua por lluvias; así mismo se deben mantener bien sellados y verificar la integridad de las tapas ya que al garantizar que estas no estén deterioradas se garantiza a su vez que el agua no sea contaminada con heces de aves silvestres, roedores u otros animales silvestres nocturnos cuyas heces puedan contaminar el agua.

Al realizar la comparación de los resultados antes del método de potabilización empleado en la granja con los resultados de las pruebas posterior a la aplicación del mismo se observó que los resultados de las pruebas de coliformes totales y coliformes fecales en agua tratada y agua sin tratar obtuvo un resultado de 0 NMP/100mL para coliformes totales y coliformes fecales en el agua de los tanques correspondientes al galpón 1 luego de ser tratada, en comparación con el valor de 240 NMP/100mL para coliformes totales y coliformes fecales en el agua de estos mismos tanques sin aplicarle el método de potabilización.

Con respecto a los tanques en los que se emplea Ácido acético como método de potabilización, en el tanque 1 del galpón N° 4 se presentó una disminución en el conteo de  $\geq 2400$  NMP/100mL a 240 NMP/100mL para coliformes totales y coliformes fecales. Mientras que en el tanque número 2 del mismo galpón se observaron valores de  $< 3$  NMP/100mL durante los dos tiempos de muestreo diferentes.

Si bien estudios han comprobado que “La adición de ácido acético a dosis de 1,5 mL/L por litro de agua diaria reportó influencia positivamente sobre consumo de alimento, rendimiento a la canal, pH, al contrario de conversión alimenticia para la cual la menor dosis de ácido acético (0,5m/L) presenta el mejor valor” Díaz M. & Cedeño O. (2017). Los resultados de coliformes totales y coliformes fecales durante el presente estudio evidencian una falla a nivel del tratamiento de potabilización empleado en ese tanque en particular además de la influencia de los factores ambientales y de trabajo que contribuyen al favorecimiento de la contaminación del agua.

Considerando lo antes expuesto hay que resaltar la importancia de realizar estudios no solo microbiológicos al agua de consumo de la parvada

sino también estudios fisicoquímicos, así como estudios inherentes a la ubicación de los pozos de agua, con la finalidad de realizar un abordaje óptimo y eficaz acerca de la calidad del agua pues “Aun cuando el agua apta para el consumo humano también lo es para el ave, la que procede de pozos, depósitos abiertos o abastecimientos públicos de mala calidad, puede causar problemas. En el punto de limpieza y antes de mandarla al galpón, se deben tomar muestras de agua para analizar la posible contaminación bacteriana en la fuente de origen, los tanques de almacenaje y los bebederos” Díaz M. & Cedeño O. (2017).

## CONCLUSIONES

Para clasificar el agua como apta para consumo humano o animal esta es sometida a diferentes pruebas fisicoquímicas y microbiológicas que determinen su pureza, entre las pruebas microbiológicas, destaca la determinación de coliformes totales, coliformes fecales y aerobios mesofilos. Al cotejar los resultados de las pruebas realizadas a las muestras de agua de pozo profundo y de tanque con los parámetros establecidos encontramos que el agua cruda de los pozos no cumple con los parámetros establecidos para su uso a nivel pecuario ya que excede los límites de coliformes totales y coliformes fecales, considerándose no apta para ser consumida por la parvada o los humanos antes de realizarle algún método de potabilización.

Sin embargo, al cotejar los resultados del segundo tiempo de muestreo, posterior a la aplicación de cloro y antibióticos al agua, se puede observar una disminución favorable para las aguas de los tanques del galpón N°1 y para el agua del tanque N°2 del galpón N°4, considerándose libre de coliformes y por lo tanto apta para el consumo humano y animal. En relación al agua del tanque N°1 del galpón N°4, esta presento una reducción significativa en los valores de coliformes totales y coliformes fecales, pero aun así esta no es considerada apta para su consumo pues aun excede los límites de los parámetros establecidos.

La diferencia entre el tanque N°1 y el N°2 del galpón N°4 radica en el método de potabilización empleado ya que al tanque N°1 solo se le adiciona ácido acético, como un método de endurecimiento de las heces de la parvada, mientras que al tanque N°2 se le adicionan cloro y antibióticos, por lo cual la potabilización química es más eficaz en el tanque N°2 que en el tanque N°1, en cuanto al agua tratada de los bebederos esta se encuentra

apta para ser consumida por la parvada ya que no presento recuento de coliformes totales ni fecales durante el estudio en cuestión.

Este crecimiento bacteriano presente en las muestras de agua cruda se evidencia también en la prueba de aerobios mesofilos donde se obtuvieron recuentos desde  $3,8 \times 10^5$  hasta  $16,5 \times 10^7$ , siendo esto indicativo a su vez del alto contenido microbiológico presentes en las muestras.

Se identificaron y aislaron bacterias causantes de enfermedades en pollos de engorde y en humanos: *Escherichia coli*, *Pseudomona aeruginosa* y *Shigella dysenteriae*, el aislamiento de estos patógenos constituye una alarma a nivel clínico humano y clínico veterinario, ya que mientras la *Escherichia coli*, constituye el agente etiológico causante de mayor mortalidad aviar, la *Shigella dysenteriae* es considerada un agente etiológico causante de enfermedades entéricas y sistémicas complicadas en humanos, aunado a esto es importante resaltar las resistencias a antimicrobianos naturales (*Pseudomona aeruginosa*) y adquiridas que pueden ser presentadas por estas bacterias (*Escherichia coli*, *Shigella dysenteriae*) lo cual desencadenaría un problema de tratamiento en la parvada que de no ser atendido puede ser contagiado al trabajador o a la comunidad cercana a la granja.

El aislamiento de los complejos *Candida albicans* y *Candida no albicans*, es una alarma para los veterinarios de la granja y el personal de salud ya que, si bien estos agentes tienen una baja prevalencia como causantes de fungemias en pollos de engorde, igualmente pueden causar una mortalidad significativa en los galpones y por ende una pérdida económica para la granja.

Se debe resaltar que en cuanto al análisis microbiológico del agua de los bebederos de los galpones N°1 y N°4 presentaron un recuento de coliformes totales y coliformes fecales <3NMP/100mL, esto debido a que la potabilización del agua con cloro más ácido acético y el tratamiento adicional con antibióticos garantizó que no se aislaron bacterias en ellos y que por lo tanto los pollos comercializados por la granja están libres de bacterias considerándose aptos para consumo humano.

La identificación del filamento bacteriano *Beggiatoa spp* y la microalga *Mycrasterias spp*, fue posible debido a las características geológicas de la región en donde está ubicada la granja en estudio ya que esta cuenta con vetas subterráneas de aguas termales y vetas volcánicas las cuales son ricas en azufre y compuestos sulfurados que son empleados por la *Beggiatoa spp* como parte de su fisiología bacteriana la cual a su vez forma una simbiosis microbiológica con la microalga *Mycrasterias spp*, que como parte de su metabolismo libera oxígeno y nutrientes beneficiosos para el ecosistema donde se encuentran presentes.

Finalmente hay que resaltar que el método de potabilización más acertado para las pequeñas y grandes granjas productoras de pollos de engorde es el método de cloración ya que este elimina por completo la presencia de agentes microbianos patógenos y comensales en el agua, garantizando entonces la calidad de la misma y por ende del pollo que va a ser consumido por la comunidad.

## RECOMENDACIONES

- Se sugiere a la granja realizar un mismo método de potabilización para la totalidad de los tanques el cual incluya cloro como el principal compuesto de potabilización.
- Realizar la sustitución de los tanques correspondientes al galpón N°4, debido a los altos valores obtenidos en las pruebas de agua previamente potabilizada.
- Ejecutar investigaciones fisicoquímicas y microbiológicas referentes a las características hidrológicas de las aguas presentes en la región.
- Identificar por técnicas moleculares los especímenes encontrados en las diferentes muestras de agua.
- A nivel regional se recomienda el establecimiento de relaciones inter institucionales con la finalidad de conformar un equipo de trabajo integrado por bioanalistas, médicos veterinarios, ingenieros civiles y agrónomos para la realización de estudios de esta índole donde se pueda abordar de forma más completa las diferentes variables que afecten la calidad del agua de consumo humano y animal.

## ANEXOS



Figura 1. Esquema y distribución espacial de la granja en estudio



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acosta, P. y Jaramillo, A. (2018) Manejo de pollo de engorde. SENA | Servicio Nacional de Aprendizaje Colombiano [https://repositorio.sena.edu.co/bitstream/handle/11404/4618/Manejo\\_de\\_pollo\\_de\\_engorde.PDF;jsessionid=B8A8588B9F3E3CEC13BC9EB48A56AE4B?sequence=1](https://repositorio.sena.edu.co/bitstream/handle/11404/4618/Manejo_de_pollo_de_engorde.PDF;jsessionid=B8A8588B9F3E3CEC13BC9EB48A56AE4B?sequence=1)

Alvarado, M. (2010) Manual práctico de pollos de engorde. Trasceros Nueva Frontera Santa Barbara Honduras C.A <https://manuel9.webnode.es/files/200000005-642d165265/Manual%20y%20perfil%20de%20pollos%20de%20Engorde.pdf>

Araya, E., Gutiérrez, C., Chávez, M., Suárez, M., Guzmán, C. y Barquero, E., (2017). Sequence analysis of the hypervariable region in hmtp210 of *Avibacterium paragallinarum* [https://www.jstage.jst.go.jp/article/jvms/79/7/79\\_16-0530/pdf/-char/en](https://www.jstage.jst.go.jp/article/jvms/79/7/79_16-0530/pdf/-char/en)  
DOI: [10.1292/jvms.16-0530](https://doi.org/10.1292/jvms.16-0530)

Atuhichi, A. (2021). Retrospección de datos epidemiológicos de micoplasmosis aviar en aves tipo parrilleros y ponedoras comerciales en el departamento de Cochabamba en el primer semestre de 2021. DDigital - UMSS. <http://ddigital.umss.edu.bo:8080/jspui/handle/123456789/28942>

Avigen (2018). Manual del manejo de pollos de engorde. Arbor Acres. [https://eu.aviagen.com/assets/Tech\\_Center/BB\\_Foreign\\_Language\\_Docs/Spanish\\_TechDocs/AA-BroilerHandbook2018-ES.pdf](https://eu.aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/Spanish_TechDocs/AA-BroilerHandbook2018-ES.pdf)

Barrientos, Y. (2005). Calidad microbiológica del agua y riesgo sanitario de dos acueductos rurales en el estado Vargas, Venezuela. scielo. [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1316-00872005000100005](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-00872005000100005)

Bellostas A. (2009). Calidad de agua y su higienización: Efectos sobre la sanidad y productividad de las aves. [https://www.wpsa-aeca.es/aeca\\_imgs\\_docs/estrategias\\_innovadoras\\_para\\_la\\_calidad\\_del\\_agua\\_-\\_bellostas\\_a.pdf](https://www.wpsa-aeca.es/aeca_imgs_docs/estrategias_innovadoras_para_la_calidad_del_agua_-_bellostas_a.pdf)

Berg J., Schwedt A., Kreuzmann A., Kuypers M. y Milucka J. (2013). Polysulfides as intermediates in the oxidation of sulfide to sulfate by *Beggiatoa* spp. <https://doi.org/10.1128/AEM.02852-13>

Bermejo, E., Filali, R., & Taidi, B. (2021). Microalgae culture quality indicators: a review. *Critical Reviews in Biotechnology*, 41(4), 457–473. <https://doi.org/10.1080/07388551.2020.1854672>

Blackall, P., Christensen, H., Beckenham, T., Blackall L. y Bisgaard M. (2005). Reclassification of *Pasteurella gallinarum*, [*Haemophilus*] *paragallinarum*, *Pasteurella avium* and *Pasteurella volantium* as *Avibacterium gallinarum* gen. nov., comb. nov., *Avibacterium paragallinarum* comb. nov., *Avibacterium avium* comb. nov. and *Avibacterium volantium* comb. nov. [microbiologyresearch.org/docserver/fulltext/ijsem/55/1/353.pdf?expires=1655238157&id=id&accname=guest&checksum=140A43B1396471E5D353028F7C46883C](http://microbiologyresearch.org/docserver/fulltext/ijsem/55/1/353.pdf?expires=1655238157&id=id&accname=guest&checksum=140A43B1396471E5D353028F7C46883C) <https://doi.org/10.1099/ijjs.0.63357-0>

Botero, L. (2002). Calidad microbiológica del agua de un sistema de lagunas de estabilización a ser empleada en irrigación. scielo.

[http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0378-78182002000400007](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-78182002000400007)

Cabrera M. (2015) TULSMA (Textos Unificado de Legislación Secundaria del Medio Ambiente) Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: recurso agua <https://maeorellana.files.wordpress.com/2015/11/anexo-1-agua.pdf>

Darehshouri, A., Affenzeller, M., & Lütz-Meindl, U. (2008). Cell death upon H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> induction in the unicellular green alga *Micrasterias*. *Plant Biology* (Stuttgart, Germany), 10(6), 732–745. <https://doi.org/10.1111/j.1438-8677.2008.00078.x>

Díaz M. & Cedeño O. (2017). DIFERENTES CONCENTRACIONES DE ÁCIDO ACÉTICO Y SU INFLUENCIA EN PARÁMETROS DE SALUD Y PRODUCTIVOS DE POLLOS BROILER COBB 500. <http://repositorio.espam.edu.ec/handle/42000/536>

Díaz, M., & González, G. (2018). Vista de Colibacilosis en gallinas reproductoras. *Revistas unillanos*. <https://revistas.unillanos.edu.co/index.php/sistemasagroecologicos/article/view/717/772>

Domán M., Makrai L., Vásárhelyi B., Balka G. and Bányai K. (2023) Molecular epidemiology of *Candida albicans* infections revealed dominant genotypes in waterfowls diagnosed with esophageal mycosis. [DOI 10.3389/fvets.2023.1215624](https://doi.org/10.3389/fvets.2023.1215624)

Ezemba C., Etikudike V., Oluchi O., Amaka M., Chikelue M., Chidera O. y cols. (2022) PREVALENCE AND ANTIBIOGRAM OF *Salmonella* species, *Staphylococcus aureus* AND *Shigella* Species ISOLATED FROM RETAILED

MEAT (BEEF AND CHICKEN) SOLD IN IHIALA TOWN, NIGERIA. [DOI: 10.56557/JIRMEPS/2022/17137966](https://doi.org/10.56557/JIRMEPS/2022/17137966)

Fagbohun E. D., Ayantola K. J. y Dada A. T. (2019) Isolation and Molecular Characterization of Candida SPP from Poultry with Symptoms of Candidiasis in Ado Ekiti, Nigeria [DOI: 10.9734/ijpr/2019/v3i3330097](https://doi.org/10.9734/ijpr/2019/v3i3330097)

Fancher, C. A., Zhang, L., Kiess, A. S., Adhikari, P. A., Dinh, T. T., y Sukumaran, A. T. (2020). Avian Pathogenic Escherichia coli and Clostridium perfringens: Challenges in No Antibiotics Ever Broiler Production and Potential Solutions. Microorganisms, 8(10), 1533. <https://doi.org/10.3390/microorganisms8101533>

Fernández, A. (2012). El agua: un recurso esencial. Química Viva, 11 (3),147-170. ISSN: Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=86325090002>

GACETA OFICIAL EXTRAORDINARIA: 36.395 del 13/02/98. (1998). Normas sanitarias de calidad del agua potable. <https://www.safeintl.com/descargas/NORMAS-SANITARIAS-DE-CALIDAD-DEL-AGUA-POTABLE.pdf>

GACETA OFICIAL EXTRAORDINARIA: 5.021 del 18/12/95 DECRETO N° 883. (1995). Normas para la clasificación y el control de la calidad de los cuerpos de agua y vertidos o efluentes líquidos. <https://www.lurconsultores.com/wp-content/uploads/2017/07/1995-Decreto-883.pdf>

GACETA OFICIAL DE LA REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA: 6.207 del 20/12/2015 DECRETO N° 2.518. (2015). Ley de la calidad de las aguas y del aire.

<https://www.asambleanacional.gob.ve/storage/documentos/leyes/ley-de-calidad-de-las-aguas-y-del-aire-20211025160650.pdf>

Gil J., Vizcanio C. y Montaña-Mata N. (2018) Evaluación de la calidad del agua superficial utilizando el índice de calidad del agua (ICA). Caso de estudio Cuenca del Río Guarapiche, Monagas, Venezuela. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6480001>

Instituto amazónico de investigaciones científicas SINCHI (versión en línea) (2018) Microalgas acuáticas: La otra escala de la biodiversidad en la Amazonia colombiana Org.co. <https://www.sinchi.org.co/files/publicaciones/publicaciones/pdf/Microalgas%20reload.pdf>

Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA) (1980) Cuaderno de medios.

Jawetz, E., Melnick, J., y Adelberg, E. (2010) Microbiología Medica 25a. edición. Mexico: The McGraw-Hill Companies, Inc.

Jihan Mostafa Badr, Fawzy Reyad El Saidy, Amal Abdelwahed Abdelfattah, (2020) Emergence of Multi-Drug Resistant Pseudomonas aeruginosa in Broiler Chicks International Journal of Microbiology and Biotechnology. Vol. 5, No. 2, 2020, pp. 41-47. [doi: 10.11648/j.ijmb.20200502.11](https://doi.org/10.11648/j.ijmb.20200502.11)

Jørgensen B., Dunker R., Grünke S. y Røy H. (2010) Filamentous sulfur bacteria, Beggiatoa spp., in arctic marine sediments (Svalbard, 79 N). [DOI: 10.1111/1574-6941.2010.00918.x](https://doi.org/10.1111/1574-6941.2010.00918.x)

Keerthirathne, T. P., Ross, K., Fallowfield, H., & Whiley, H. (2022). Examination of Australian backyard poultry for Salmonella, Campylobacter

and *Shigella* spp., and related risk factors. *Zoonoses and Public Health*, 69(1), 13–22. <https://doi.org/10.1111/zph.12889>

Krihn-Molt I., Alawi M., Förstner K., Wiegandt A., Burkhardt D. Tieß K. & cols (2017). Insights into Microalga and Bacteria Interactions of Selected Phycosphere Biofilms Using Metagenomic, Transcriptomic, and Proteomic Approaches [doi: 10.3389/fmicb.2017.01041](https://doi.org/10.3389/fmicb.2017.01041)

Ley de aguas Gaceta Oficial N°6.207, 28 de diciembre 2015, <https://www.asambleanacional.gob.ve/storage/documentos/leyes/ley-de-calidad-de-las-aguas-y-del-aire-20211025160650.pdf>

Leyva G. y Barragán E. (2019). Distribución de Agua en el Planeta | Junta Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Mazatlán. <http://jumapam.gob.mx/cultura-del-agua/distribucion-de-agua-en-el-planeta/>

Maes, S., Vackier, T., Nguyen Huu, S. et al. Occurrence and characterisation of biofilms in drinking water systems of broiler houses. *BMC Microbiol* 19, 77 (2019). <https://doi.org/10.1186/s12866-019-1451-5>

McGraw-Hil (1991). Metodología de la investigación Atlacomulco 499 - 501 Miembro de la Cámara Nacional de la Industria Editorial, Reg. Núm. 1890 ISBN 968-422-931-3 3456789012 P.E-919087654123 [https://www.uv.mx/personal/cbustamante/files/2011/06/Metodologia-de-la-Investigaci%C3%83%C2%B3n\\_Sampieri.pdf](https://www.uv.mx/personal/cbustamante/files/2011/06/Metodologia-de-la-Investigaci%C3%83%C2%B3n_Sampieri.pdf)

Morales B. y Pacheco J., (2021, 9 abril). Repositorio de la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE: Evaluación de tres dosis de ácido hipocloroso en el agua de bebida y su Incidencia en el rendimiento y producción de pollos de

engorde.

Repositorio

Dspace.

<http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/24120>

Norma Venezolana COVENIN 1104:1996. Determinación de número más probable de coliformes, coliformes fecales y de Escherichia coli. (2da. Revisión). <http://www.sencamer.gob.ve/sencamer/normas/1104-96.pdf>

Norma Venezolana COVENIN 3047:1996. Agua potable. Método de determinación de número más probable de bacterias coliformes. <http://www.sencamer.gob.ve/sencamer/normas/3047-93.pdf>

Norma Venezolana COVENIN 902:1987. Alimentos, métodos para el recuento de colonias de bacterias aerobias en placas de Petri. (2da. Revisión). <http://www.sencamer.gob.ve/sencamer/normas/902-87.pdf>

Norma Venezolana COVENIN 2614:1994. Agua potable. Toma de muestra. (1era. Revisión). <https://es.slideshare.net/yeliparra/muestreo-de-agua>

Organización Mundial de la Salud Agua. (2022, 18 marzo)..

<https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water>

Organización Mundial de la Salud, (1998). Guías para la calidad del agua potable SEGUNDA EDICIÓN Volumen 3 Vigilancia y control de los abastecimientos de agua a la comunidad,

<https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/41985/9243545035-spa.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Organización Mundial de la Salud, (2006). Guías para la calidad del agua potable PRIMER APÉNDICE A LA TERCERA EDICIÓN Volumen 1 Recomendaciones,

[https://sswm.info/sites/default/files/reference\\_attachments/OMS%202006.%200Gu%C3%ADa%20para%20la%20calidad%20dl%20agua%20potable.pdf](https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/OMS%202006.%200Gu%C3%ADa%20para%20la%20calidad%20dl%20agua%20potable.pdf)

Organización Panamericana de Salud (2019). Curso de Micología en línea: Estándares para el diagnóstico de las infecciones fúngicas: identificación y sensibilidad de los aislamientos. <https://www.paho.org/es/file/86735/download?token=vJ7yZ0VU>

Peña, J., (2020) Universidad de Pamplona. Pseudomoniasis en aves de engorde línea Ross AP en la Granja Granada [http://repositoriodspace.unipamplona.edu.co/jspui/bitstream/20.500.12744/796/1/Pe%c3%b1a\\_2020\\_TG.pdf](http://repositoriodspace.unipamplona.edu.co/jspui/bitstream/20.500.12744/796/1/Pe%c3%b1a_2020_TG.pdf)

Peñaranda, L., Pereira N., Silva R. y Peñaranda Y. (2020) Calidad microbiológica del sedimento en dos piscinas de engorde del camarón *Litopenaeus vannamei* en una granja camaronera del estado Zulia. [Revista en línea] “Haciendo ciencia construimos futuro” Universidad del Zulia <https://bit.ly/2DcxSaD>

Ríos-Tobón, S., Agudelo-Cadavid, R. M., & Gutiérrez-Builes, L. A. (2017). Patógenos e indicadores microbiológicos de calidad del agua para consumo humano. Revista Facultad Nacional de Salud Pública, 35(2), 236–247. <https://doi.org/10.17533/udea.rfnsp.v35n2a08>

Rivas-Nirchorzon M., Alfaro-Escalona M., Silva-Acuña R. y Gómez-Piñeres E. (2016) Calidad microbiológica y pH del agua en una unidad de producción porcina ubicada en el Rincón de Monagas, estado Monagas, Venezuela. [https://www.researchgate.net/publication/325812427\\_Calidad\\_bacteriologica\\_y\\_pH\\_del\\_agua\\_en\\_una\\_unidad\\_de\\_produccion\\_porcina\\_ubicada\\_en\\_el\\_Rincon\\_de\\_Monagas\\_estado\\_Monagas\\_Venezuela](https://www.researchgate.net/publication/325812427_Calidad_bacteriologica_y_pH_del_agua_en_una_unidad_de_produccion_porcina_ubicada_en_el_Rincon_de_Monagas_estado_Monagas_Venezuela)

Salem, R. M, Manal, M. El-mesalamy; El-diasty, E. and Madeha A. Ibrahim (2019) Molecular Characterization of Pathogenic Mould and Yeast Isolated



From Poultry Farms with Detection of Mycotoxins Residues.  
[Journals.ekb.eg/article\\_51978\\_657ad432c46abd21541b4fe57e58da7a.pdf](https://journals.ekb.eg/article_51978_657ad432c46abd21541b4fe57e58da7a.pdf)

Silva, J. (2004). Determinación de microorganismos indicadores de calidad sanitaria. Coliformes totales, coliformes fecales y aerobios mesófilos en agua potable envasada y distribuida en San Diego, estado Carabobo, Venezuela. scielo.

[http://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S131525562004000100008&script=sci\\_art\\_text](http://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S131525562004000100008&script=sci_art_text)

Soriano Vargas, E. & Terzolo, H. (2004). Epizootiología, prevención y control de la coriza infecciosa. Veterinaria México, 35(3),261-279. ISSN: 0301-5092.  
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=42335309>

Suzuki, M., Suzuki, S., Matsui, M., Hiraki, Y., Kawano, F., & Shibayama, K. (2013). Genome sequence of a strain of the human pathogenic bacterium *Pseudomonas alcaligenes* that caused bloodstream infection. Genome Announcements, 1(5). <https://doi.org/10.1128/genomea.00919-13>

Ugwu C. & Nwanko D. (2021). Isolation And Identification Of Salmonella Spp. And Shigella Spp. From Different Poultry Feeds, Droppings And Drinking Water Used In Poultry Farms In Ishiagu, Ebonyi State. [ijiras.com/2021/Vol-8-Issue-4/paper-12.pdf](http://ijiras.com/2021/Vol-8-Issue-4/paper-12.pdf)

Wafaa A. (2021) *Pseudomonas aeruginosa* infection of avian origin: Zoonosis and one health implications DOI: [10.14202/vetworld.2021.2155-2159](https://doi.org/10.14202/vetworld.2021.2155-2159)

ZAID YASEEN I., BALQEES HASSAN A., RAFID K. A., AHMED SAMI J., WALEED HAMID F. AND MUSTAFA SALAH H. (2020) Avian Candidiasis: A Review DOI: <https://doi.org/10.31838/jpr/2020.12.01.199>

Zambrano Ponce, N. J., & Cevallos Bravo, J. (2019). Relación entre el consumo de agua cruda y la incidencia de enfermedades en ganado aviar en la granja avícola "Zambrano Ponce". Calceta: ESPAM MFL.  
<http://repositorio.espam.edu.ec/handle/42000/982>