



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ  
MANUEL FÉLIX LÓPEZ**

**CARRERA MEDIO AMBIENTE**

**TESIS PREVIA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO  
EN MEDIO AMBIENTE**

**TEMA:**

**RELACIÓN ENTRE EL CONSUMO DE AGUA CRUDA Y LA  
INCIDENCIA DE ENFERMEDADES EN GANADO AVIAR EN LA  
GRANJA AVÍCOLA “ZAMBRANO PONCE”**

**AUTOR:**

**ZAMBRANO PONCE NIXON JAVIER**

**TUTOR:**

**ING. JORGE CEVALLOS BRAVO, M.Sc.**

**CALCETA, ABRIL 2019**

## **DERECHOS DE AUTORÍA**

**Nixon Javier Zambrano Ponce**, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional, y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedemos los derechos de propiedad intelectual a la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual y su reglamento.

---

**Nixon J. Zambrano Ponce**

## CERTIFICACIÓN DE TUTOR

Jorge Bienvenido Cevallos Bravo certifica haber tutelado la tesis **EVALUACIÓN DE LA RELACIÓN ENTRE EL CONSUMO DE AGUA CRUDA Y LA INCIDENCIA DE ENFERMEDADES EN GANADO AVIAR EN LA GRANJA AVÍCOLA “ZAMBRANO PONCE”** que ha sido desarrollada por Nixon Javier Zambrano Ponce, previa la obtención del título de Ingeniero en Medio Ambiente, de acuerdo al **REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TESIS DE GRADO DE TERCER NIVEL** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

---

**Ing. Jorge Bienvenido Cevallos Bravo, M.Sc.**

## **APROBACIÓN DEL TRIBUNAL**

Los suscritos integrantes del tribunal correspondiente, declaramos que hemos **APROBADO** la tesis titulada **EVALUACIÓN DE LA RELACIÓN ENTRE EL CONSUMO DE AGUA CRUDA Y LA INCIDENCIA DE ENFERMEDADES EN GANADO AVIAR EN LA GRANJA AVÍCOLA “ZAMBRANO PONCE”**, que ha sido propuesta, desarrollada y sustentada por Nixon Javier Zambrano Ponce, previa la obtención del título de Ingeniero en Medio Ambiente, de acuerdo al **REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TESIS DE GRADO DE TERCER NIVEL** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

---

Ing. Juan Carlos Luque Vera, M.Sc.

**MIEMBRO**

---

Ing. Sergio Alcívar Pinargote, M.Sc.

**MIEMBRO**

---

Ing. Agustín Leiva Pérez, Ph.D.

**PRESIDENTE**

## AGRADECIMIENTO

Mi agradecimiento se dirige a quien ha forjado mi camino y me ha dirigido por el sendero correcto, a Dios, el que en todo momento está conmigo ayudándome a aprender de mis errores y a no cometerlos otra vez.

Haciéndome dar cuenta de que mis padres siempre estarán allí para mí ya que ellos me han forjado como la persona que soy en la actualidad; muchos de los logros se los debo a ustedes, en los que incluyo este. Me formaron con reglas y ciertas libertades, pero al final de cuentas, me motivaron con constancia para alcanzar mis anhelos y nunca se rindieron ante el reto de tener un hijo como el que ellos tienen, tarado, rebelde, desubicado, malcriado y arrogante.

Cuando me preguntan cuántos hermanos tengo siempre respondo que soy hijo único, pero existe alguien que es mi hermano de vida y esa persona eres tu Miguel Isacio Cedeño Molina. Tú eres un hermano que llego sin ser invitado, aun así, te convertiste en mano derecha para muchas cosas, locuras, solución de problemas, trabajo y no contento con eso me enseñaste lo más importante de todo a saber vivir.

Como la mayoría de los seres humanos poseo amigos y les agradezco a ellos que estuvieron presentes a cada momento de la realización de este trabajo especialmente a las ingenieras Josselyn Intriago siempre presente para ayudarme en todo, Lucrecia Rodríguez por ser la persona más paciente en el fin de esta investigación, María Agustina y el ingeniero José Manuel Calderón por el apoyo incondicional en la elaboración de esta tesis.

A el ingeniero Joffre Andrade Candell por la paciencia, apoyo y constancia que brindo en todo momento. En el no solo existe un tutor sino también un ejemplo de persona de profesional y de amigo predispuesto a ayudarme para poder finalizar mis estudios, con sus conocimientos y experiencia impartidas dentro y fuera del aula de clases.

***Nixon Javier Zambrano Ponce***

## DEDICATORIA

A Dios, quién supo guiarme y me dio las fuerzas necesarias para seguir adelante ante las adversidades presentadas.

A mi madre Jacinta Ponce, por ser la mujer que más amo y admiro en el mundo; por su esfuerzo, sacrificio y amor incondicional, que me ayudaron y motivaron a alcanzar cada una de mis metas seguir adelante por alcanzar mis sueños.

A mi padre Diocles Zambrano, por todo su apoyo y por ser pilar fundamental y ángel de la guarda en mi vida, por enseñarme mucho de lo que ahora se y soy.

***Nixon Javier Zambrano Ponce***

## CONTENIDO GENERAL

DERECHOS DE AUTORÍA.....	ii
CERTIFICACIÓN DE TUTOR.....	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL.....	iv
AGRADECIMIENTO .....	v
DEDICATORIA .....	vi
CONTENIDO GENERAL.....	vii
CONTENIDO DE CUADROS E IMÁGENES .....	ix
RESUMEN.....	xi
PALABRAS CLAVES .....	xi
ABSTRACT.....	xii
KEY WORDS.....	xii
CAPÍTULO I. ANTECEDENTES.....	1
1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	1
1.2. JUSTIFICACIÓN.....	2
1.3. OBJETIVOS.....	4
1.3.1. OBJETIVO GENERAL.....	4
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	4
1.4. HIPÓTESIS.....	4
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO .....	5
2.1. CALIDAD DEL AGUA PARA USO EN GANADO AVIAR .....	5
2.2. TRATAMIENTO DE AGUA PARA EL CONSUMO DE GRANJAS AVÍCOLAS .....	7
2.3. ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA - ICA NSF .....	10
2.4. AVICULTURA EN EL ECUADOR .....	12

2.5. POLLO DE ENGORDE .....	13
2.6. ALIMENTACIÓN DEL GANADO AVIAR .....	14
2.7. ENFERMEDADES EN EL GANADO AVIAR PRODUCIDAS POR LA MALA CALIDAD DEL AGUA .....	15
CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO.....	18
CAPÍTULO IV. RESULTADO Y DISCUSIÓN .....	27
4.1. FASE I. APLICACIÓN DE UN DISEÑO EXPERIMENTAL PARA LA PRODUCCIÓN DE TRES LOTES DE POLLOS CON DIFERENTES TIPOS DE AGUA.....	27
Actividad 1. Determinación de la calidad del agua de la granja avícola “Zambrano Ponce” .....	27
Actividad 2. Adecuación de los galpones .....	30
Actividad 4. Toma de peso del ganado aviar.....	32
Actividad 5. Análisis de necropsia al ganado aviar .....	32
4.3. ESTABLECIMIENTO DE UNA ALTERNATIVA DE SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA PARA EL ABASTECIMIENTO DE LA GRANJA AVÍCOLA "ZAMBRANO PONCE" .....	42
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	56
5.1. CONCLUSIONES .....	56
5.2. RECOMENDACIONES.....	56
BIBLIOGRAFÍA .....	57
ANEXOS .....	62

## CONTENIDO DE CUADROS E IMÁGENES

### CUADROS

Cuadro 2.1. Guía para el control de la calidad del agua.....	7
Cuadro 2.2. Escala de clasificación NSF.....	11
Cuadro 2.3. Requerimientos nutritivos de pollos bebé de acuerdo a la edad. .	14
Cuadro 3.1. Características del cantón Chone .....	18
Cuadro 3.2. Detalles del número de unidades experimentales utilizadas para cada tratamiento .....	20
Cuadro 3.3. Diseño experimental .....	20
Cuadro 3.4. Descripción de las unidades experimentales. ....	21
Cuadro 3.5. Parámetros físico-químicos y biológicos evaluados en los tres tipos de agua usados en el experimento .....	21
Cuadro 4. 1. Análisis físico-químicos y microbiológicos de los tres tipos de agua. ....	27
Cuadro 4.2. Determinación del ICA-NSF de los tipos de agua utilizados en el estudio. ....	29
Cuadro 4. 3. Infraestructura de galpones. ....	31
Cuadro 4.4. Equipos de la granja. ....	31
Cuadro 4.5. Análisis de necropsia al ganado aviar.....	33
Cuadro 4.6. Resultado de la regresión logística binaria para tipo de agua y desprendimiento de mucosa. ....	35
Cuadro 4.7. Resultado de la regresión logística binaria para tipo de agua y presencia de sacos aéreos contaminados. ....	37
Cuadro 4.8. Resultado de la regresión logística binaria para tipo de agua y bolsas de Fabricio afectadas.....	38

Cuadro 4.9. Resultado de la regresión logística binaria para tipo de agua y ocurrencia de ronquido. ....	39
Cuadro 4.10. Resultado de la regresión logística binaria para tipo de agua y ocurrencia de mycoplasma. ....	41
Cuadro 4.11. Resultado de Chi-cuadrado para tipo de agua y ocurrencia de ascitis.....	42
Cuadro 4.12. Velocidad de sedimentación para el desarenador del sistema de tratamiento de agua. ....	45
Cuadro 4.13. Dimensiones del desarenador del sistema de tratamiento de agua para abastecimiento de la granja Zambrano Ponce. ....	46
Cuadro 4.14. Resumen de las dimensiones de los filtros del sistema de tratamiento de agua para abastecimiento de la granja Zambrano Ponce. ....	49
Cuadro 4.15. Dimensionamiento del tanque de retrolavado del sistema de tratamiento de agua para abastecimiento de la granja Zambrano Ponce. ....	50

## **IMÁGENES**

Imagen 3.1. Ubicación de la Granja Avícola Zambrano Ponce.....	18
Imagen 3.2. División de galpones .....	23

## RESUMEN

La investigación consistió en evaluar la relación entre el consumo de agua cruda y la incidencia de enfermedades en ganado aviar de una granja avícola. Ésta se validó a través del método experimental, técnicas de observación y análisis de laboratorio. Se abordó tres etapas: 1) Aplicación de un DCA simple para la producción de pollos con diferentes tipos de agua (purificada, subterránea y superficial). 2) Determinación de la incidencia de enfermedades en el ganado aviar; concluido el experimento se desarrolló análisis de necropsia a las unidades experimentales para identificar la aparición de éstas y se evaluó con una regresión logística binaria. 3) Establecimiento de una alternativa de tratamiento de agua para el abastecimiento de la granja avícola; se realizó cálculos para el dimensionamiento de equipos que permitan mejorar la calidad del agua del área para hidratar al ganado aviar, entre ellos se incluyen desarenador y sistema de filtración. Se obtuvo como resultado que los parámetros de pH, sólidos totales, coliformes fecales y totales se encuentran dentro de los límites permisibles establecidos en el TULSMA para uso pecuario, a diferencia del oxígeno disuelto. También se encontró que los tipos de agua en el tratamiento no generan diferencias significativas en el peso del ganado aviar. Pero sí existe significancia ( $p < 0,05$ ) entre el tipo de agua y la aparición de cinco enfermedades. Se concluye que el tipo de agua usada en el experimento influyó en la aparición de la mayoría de enfermedades aviares, excluyendo a la ascitis.

## PALABRAS CLAVES

Granja avícola, agua, ganado aviar, enfermedades aviares e incidencia.

## **ABSTRACT**

The research consisted in evaluating the relationship between the consumption of raw water and the incidence of diseases in avian livestock of a poultry farm. This was validated through the experimental method, observation techniques and laboratory analysis. Three stages were addressed: 1) Application of a simple DCA for the production of chickens with different types of water (purified, underground and surface). 2) Determination of the incidence of diseases in avian livestock; Once the experiment was completed, necropsy analysis was performed on the experimental units to identify the appearance of diseases and was evaluated with a binary logistic regression. 3) Establishment of a water treatment alternative for supplying the poultry farm; calculations were made for the sizing of equipment that would improve the quality of the water in the area to hydrate the poultry, among which we can include sand trap and filtration system. It was obtained as a result that the parameters of pH, total solids, fecal and total coliforms are within the permissible limits established in the TULSMA for livestock use, unlike dissolved oxygen. It was also found that the types of water in the treatment do not generate significant differences in the weight of the avian livestock. But there is significance ( $p < 0.05$ ) between the type of water and the appearance of five diseases. It is concluded that the type of water used in the experiment influenced the appearance of most avian diseases, excluding ascites.

## **KEY WORDS**

Poultry farm, water, poultry, avian diseases and incidence.

# **CAPÍTULO I. ANTECEDENTES**

## **1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

Los sistemas de saneamiento inadecuados ponen en peligro la salud de casi un cuarto de la población del mundo en desarrollo y hay pocas zonas del planeta que no se vean enfrentadas a problemas urgentes de disponibilidad o de gestión del agua. Más de 1000 millones de personas en el mundo carecen de acceso a un agua sana (CDB, 2010) y, de acuerdo la Commission for Environmental Cooperation (2009), la salud de los seres humanos, la vida silvestre y los ecosistemas dependen de suministros adecuados de agua limpia; pero a medida que las poblaciones crecen y se expanden hacia zonas antes no urbanizadas, enfrentan cada vez mayores dificultades para asegurar su calidad (Lenntech, 2006), que se ve alterada por la composición o estado en que se encuentra, quedando menos apta para uno o todos los usos a los que va destinada, para los que sería apta en su calidad natural (Carta del agua ONU, 1968).

En pollos de engorde el síndrome ascítico ha estado aumentando a un ritmo alarmante, además de que este estado se ha convertido en una de las principales causas de mortalidad y de decomisos de canales enteras en todo el mundo. Se calcula que de los 40mil millones de pollo de engorde que anualmente se producen en el mundo, el 20% de los pollos cebados mueren de ascitis (Salazar, 2013). A pesar de que Latinoamérica cuenta con alrededor del 31 por ciento de las fuentes de agua potable en el mundo (Iglesias, 2015), aproximadamente 37 millones de personas carecen de acceso a agua potable (Casma, 2015) y alrededor del 33% de pobladores del continente americano, es decir, tres de cada diez, que viven en zonas rurales y no cuentan con servicios de saneamiento (Organización Panamericana de la Salud, 2001).

En Ecuador el estado actual del tratamiento de las aguas municipales es preocupante, salvo algunos municipios grandes que poseen alguna tecnología, no hay adecuado tratamiento ni suficiente manejo de tecnologías aplicadas al

tratamiento de potabilización y en zonas rurales aisladas únicamente el 18% posee conexión domiciliaria de agua potable (Sánchez y Matsumoto, 2012).

En la ciudad de Chone no se cuenta con sistemas de agua potable para abastecer la demanda de la población lo cual genera graves problemas de salubridad (Macías, 2014) por la falta de tratamiento que determina su ineficiencia (Salazar, 2001). En la localidad se utiliza normalmente como fuente alternativa de agua los pozos de agua subterránea y las vertientes, los mismos que no constituyen fuente de agua segura, debido a que por las características de gran permeabilidad del suelo y la gran cantidad de granjas hacen que los mismos se contaminen (CELO, 2006). Con estos antecedentes se formula la siguiente interrogante:

¿Cómo se relaciona el consumo de agua cruda con la incidencia de enfermedades en el ganado aviar en la granja avícola “Zambrano Ponce”?

## **1.2. JUSTIFICACIÓN**

En América Latina, las zonas rurales que dependen de la agricultura, una actividad que depende del agua (subterránea o superficial) (Castillo, 2015) cuya importancia de potabilización es alta pues cuando se encuentra en buen estado mejora los ingresos de los agricultores, contribuye de manera importante a la seguridad alimentaria y fomenta el crecimiento económico de una manera sostenible ecológicamente y socialmente incluyente (Casma, 2015), pero puede llegar a ser perjudicial si no se aplican los controles oportunos que garanticen su inocuidad (Gimferrer, 2009). La falta de sistemas de agua potable y alcantarillado integrales, la inadecuada recolección y eliminación de desechos sólidos y la contaminación crean entornos urbanos inestables, con altos índices de vulnerabilidad ante los desastres naturales y altos índices de insalubridad (Bermeo, 2005).

Según la OMS en algunas circunstancias, no sólo cuando no hay sistemas de abastecimiento comunitarios, sino también cuando se sabe que éstos están contaminados o producen enfermedades transmitidas por el agua, puede ser aconsejable que los hogares y las personas traten el agua para poder confiar más en su inocuidad. El agua potable puede utilizarse para diferentes fines, y debido a que la desinfección elimina los posibles patógenos y evita infecciones (Gimferrer, 2009), puede proporcionar beneficios tangibles para la salud y es adecuada para todos los usos domésticos habituales, incluida la higiene personal (OMS, 2006).

En relación con lo señalado en el artículo 411 *de la Constitución del Ecuador, el Estado garantizará la conservación, recuperación y manejo integral de los recursos hídricos, cuencas hidrográficas y caudales ecológicos asociados al ciclo hidrológico y que regulará toda actividad que pueda afectar la calidad y cantidad de agua, y el equilibrio de los ecosistemas, especialmente en las fuentes y zonas de recarga* y dos de los Objetivos del Plan Nacional del Buen Vivir, el 3 y 7 que buscan *Mejorar la calidad de vida de la población* y *Garantizar los derechos de la naturaleza y promover la sostenibilidad ambiental territorial y global* el trabajo justifica la implementación de un sistema de potabilización para el afluente de la granja avícola “Zambrano Ponce”; permitirá mejorar la calidad de vida de los trabajadores y el producto final obtenido en sus actividades diarias, contribuyendo a incrementar sus ingresos y optimizar la utilización de recursos dentro de sus instalaciones.

## **1.3. OBJETIVOS**

### **1.3.1. OBJETIVO GENERAL**

Evaluar la relación entre el consumo de agua cruda y la incidencia de enfermedades en el ganado aviar en la granja avícola "Zambrano Ponce".

### **1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Aplicar un diseño experimental para la producción de tres lotes de pollos con diferentes tipos de agua.
- Determinar la incidencia de enfermedades en el ganado aviar de la granja avícola "Zambrano Ponce".
- Establecer una alternativa de sistema de tratamiento de agua para el abastecimiento de la granja avícola "Zambrano Ponce".

## **1.4. HIPÓTESIS**

**H<sub>0</sub>:** No existe diferencia significativa en el nivel de incidencia de enfermedades en el ganado aviar derivadas del tipo de agua de consumo.

**H<sub>a</sub>:** Al menos, uno de los tipos de agua empleado para el abastecimiento de la granja avícola "Zambrano Ponce" guarda relación con la incidencia de enfermedades avícolas comunes.

## **CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO**

### **2.1. CALIDAD DEL AGUA PARA USO EN GANADO AVIAR**

El agua es considerada uno de los recursos naturales más abundantes e importantes del planeta, que constituye el medio básico de todos los procesos y ciclos de vida. A pesar de su abundancia, la disponibilidad de agua para hacer frente a la creciente demanda de uso por el ser humano es cada vez más limitada.

Debido al desarrollo industrial, fenómenos naturales y al crecimiento de la población, gradualmente son mayores las descargas de contaminantes a los acuíferos y a los cuerpos de aguas superficiales, con el consiguiente deterioro de la calidad de las mismas.

La calidad del agua en la actualidad es una temática que preocupa en países de todo el mundo, por su repercusión en la salud de la población humana y animal. Los agentes infecciosos, los productos químicos tóxicos y la contaminación radiológica son factores de riesgo que llegan a alterar el estado natural del recurso agua (OMS, 2010).

El término calidad del agua es conexo y sólo tiene relevancia si está relacionado con el uso del recurso. Esto quiere decir que una fuente de agua totalmente limpia permite la vida de especies acuáticas, además se convierte en un agua útil para el consumo humano (OPS, 2011).

Para decidir si un agua califica para un propósito particular, su calidad debe especificarse en función del uso que se le va a dar. Bajo estas consideraciones, se dice que un agua está contaminada cuando sufre cambios que afectan su uso real o potencial.

Es difícil determinar las características que debe tener el agua de beber ya que los animales suelen acostumbrarse con el paso del tiempo a determinada calidad de agua. Se debe tener en cuenta que luego de una época de sequía se debe analizar la calidad del agua por ser parte de la alimentación en la producción animal (Carraro, 2013).

La producción de aves, ya sea pollo de engorde, gallina de postura, pavo de engorda, codorniz, o cualquier otro tipo de ave de corral, es importante considerar la importancia de la calidad del agua para el buen desarrollo de la parvada.

La calidad del agua muchas veces no es considerada de relevancia en la administración y parte técnica por parte del productor de las granjas, lo que le puede afectar en los costos de producción y rentabilidad del negocio. La calidad del agua es fundamental para una buena salud y desarrollo de las aves y mantenimiento de las instalaciones de abastecimiento de agua, sin importar la ubicación o tamaño de la explotación, un programa de bioseguridad y mantenimiento preventivo de las instalaciones deberá contemplar siempre la calidad del agua (Maya, 2009).

El agua que es apta para el consumo humano también lo es para las aves, sin embargo, esta agua a veces proviene de fuentes como pozos o depósitos que contiene diversos minerales o está contaminada con bacterias que pueden causar grandes problemas.

Es indispensable realizar pruebas de agua para verificar el nivel de sales de calcio (dureza), salinidad y nitratos. 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 (Barradas, 2009).

La especial atención del agua dentro del mundo avícola es importante ya que sirve como vehículo de nutrientes, además juega un papel importante en la regulación de la temperatura corporal, actúa como lubricante en las

articulaciones del esqueleto, es un componente de muchas reacciones básicas y está involucrada directa e indirectamente en los principales equilibrios que participan en todos los procesos biológicos y físicos necesarios para el desarrollo de los procesos virales (Barradas, 2009).

## 2.2. TRATAMIENTO DE AGUA PARA EL CONSUMO DE GRANJAS AVÍCOLAS

Tomando en cuenta que el agua es vía de transporte de contaminantes químicos y biológicos que pueden provocar enfermedades de diversa gravedad, se hace puntual analizar la calidad de las aguas, mediante análisis químicos y bacteriológicos (Orellana, 2005), esto con la finalidad de comparar la calidad de esta con los límites permisibles de calidad según el uso que esta va a tener.

Algo que ha permitido el avance la avicultura es el adecuado tratamiento del agua destinada a la hidratación de las aves. La adecuada hidratación de las aves repercute en el rendimiento de los pollos de engorde. Esto se trata de una verdad que hoy es ampliamente aceptada en la avicultura (Maldonado, 2016).

Según (FENAVI, 2016) La calidad del agua debe ser evaluada bajo tres controles: microbiológico, fisicoquímico y la respuesta biológica”.

(Albeitar Portal de veterinaria, 2013) presenta la siguiente tabla como una guía de control para la calidad el agua en las explotaciones avícolas:

**Cuadro 2.1.** Guía para el control de la calidad del agua.

Contaminante	Niveles medios recomendables	Niveles máximos permitidos	Observaciones
Total de bacterias	0/ml	100/ml	Valores próximos a 0/ml es lo deseable.
Bacterias Coliformes	0/ml	50/ml	Valores próximos a 0/ml es lo deseable.
Nitratos	10mg/l	25mg/l	Niveles entre 3-20mg/ml pueden afectar al crecimiento y desarrollo de las aves.
Nitritos	0,4mg/l	4mg/l	

Calcio	60mg/l	200mg/l	
Cloro	14mg/l	250mg/l	Niveles por debajo de 14mg/ml pueden ser peligrosos si coexisten con valores superiores a 50mg/ml de sodio
Cobre	0,002mg/l	0,6mg/l	Niveles más altos de cobre confieren un sabor amargo al agua
Hierro	0,2mg/l	0,5mg/l	Niveles más altos provocan un sabor y olor desagradable al agua
Plomo	-	0,02mg/l	Niveles más altos pueden ser tóxicos
Magnesio	14mg/l	125mg/l	Niveles más altos pueden tener un efecto laxante. Concentraciones superiores a 50mg/ml pueden resultar tóxicas si se combinan con altos niveles de sulfatos
Sodio	32mg/l	-	Niveles superiores a 50mg/ml pueden afectar al desarrollo si se combinan con altas concentraciones de sulfatos o cloruros.
Sulfatos	125mg/l	250mg/l	Niveles más altos tienen un efecto laxante. Niveles superiores a 50mg/ml pueden afectar al desarrollo si se combinan con altas concentraciones de Mg y Cl.
Cinc	0,5mg/l	1,5mg/l	Niveles más altos son tóxicos.
<b>Características</b>			
pH	6,8-8,5	-	Hemos de evitar pH por debajo de 6. Se compromete el desarrollo y crecimiento de las aves.
Dureza	60-180	-	Niveles de dureza por debajo de 60 son infrecuentes. Por encima de 300 son consideradas aguas muy duras.

Fuente: Albeitar Portal de veterinaria (2013)

Según la (PAHO, 2004) las normas de agua no se deben considerar como un criterio para evaluar o controlar la operación de las plantas de tratamiento de agua sino como especificaciones generales para la aceptación del producto. Además, se conoce que el grado de complejidad del tratamiento depende de la calidad de agua disponible, de la dureza y de la calidad final deseada. La concepción popular de la ósmosis está representada por la posibilidad de hacer pasar "algo" a través de una barrera sin consumo de energía (Castillo, 2014).

Según (Ortega, 2001) cuando dos fluidos de distinta densidad se encuentran separados por una membrana semipermeable existe una diferencia de presión entre ambos, y el fluido menos denso tiene a pasar a través de la membrana

hasta equilibrar dicha presión. Este es el fenómeno conocido como Ósmosis. En la industria, esa tendencia natural se fuerza a actuar en sentido inverso en lo que lo haría la naturaleza. Este hecho es el que da el nombre al sistema que al llamamos Ósmosis Inversa.

El tratamiento por Ósmosis Inversa reduce la concentración de sólidos totales disueltos, incluyendo una variedad de iones, metales y partículas muy chicas en suspensión como los asbestos. La Ósmosis Inversa también remueve contaminantes orgánicos, algunos detergentes y pesticidas específicos (Argentina, 2011).

La Ósmosis Inversa es un método efectivo para reducir la concentración de sólidos totales disueltos y muchas impurezas del agua como:

- ✓ Iones y metales
- ✓ Compuestos orgánicos
- ✓ Partículas y microorganismos
- ✓ Pesticidas

La gran ventaja de la osmosis inversa de otras tecnologías es a un coste constante podemos retirar el 95% de las sales que a él llegan, aunque las aguas sean totalmente salobres, igualmente elimina prácticamente el 100% de los virus y bacterias que se encuentran el agua de alimentación (Revista H<sub>2</sub>O, 2012).

La (PAHO, 2004) define a la radiación ultra violeta como el único método físico práctico que puede usarse para la desinfección del agua en comunidades pequeñas (con sistema centralizado de agua).

El método de desinfección por medio de luz ultravioleta (UV) se considera de gran ayuda, convirtiéndose así, en la parte fundamental de los novedosos métodos de tratamiento de agua. Su función integral se basa en prevenir, proteger y desinfectar, garantizando la calidad de este vital líquido, controlando la propagación de microorganismos patógenos (virus y bacterias) y por efecto evitando la dispersión de enfermedades (Díaz, 2002).

Wright (2015) asegura que no se ha llegado a un acuerdo universal acerca de la dosis UV mínima requerida para la reducción de patógenos ni tampoco se pretende que lo haya. Hay muchas consideraciones típicas del lugar que se deben considerar cuando se escoge la dosis UV considerada suficiente para desinfectar un suministro de agua potable a un nivel considerado aceptable.

La radiación ultravioleta se caracteriza por longitudes de onda muy cercanas a las de la luz del sol (PAHO, Organización Mundial de la Salud, 2004). Los parámetros más importantes de la radiación UV relacionados con la desinfección del agua son:

- ✓ Longitud de onda
- ✓ Calidad del agua
- ✓ Intensidad de la radiación
- ✓ Tipo de microorganismos
- ✓ Tiempo de exposición.

### **2.3. ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA - ICA NSF**

El índice de calidad de agua “Water Quality Index” (WQI), fue desarrollado en 1970 por la National Sanitation Foundation (NSF) de Estados Unidos, por medio del uso de la técnica de investigación Delphi de la “Rand Corporations” (Ball y Church, 2007).

Esta técnica se utiliza generalmente en paneles de expertos. El NSF tiene la particularidad de ser un índice multiparámetro basado en tres estudios diferentes. El primero, en el que se probaron 35 variables de contaminación, clasificándolos en tres categorías: no incluido, indeciso e incluido. Luego de esto se tuvo la oportunidad de incluir más variables (Brown *et al.*, 2000).

El segundo, donde se realizó una evaluación comparativa de las respuestas dadas por los expertos, modificando respuestas en caso de inconvenientes. En

este estudio, 9 fueron las variables identificadas: oxígeno disuelto (anexo 4C), Coliformes fecales (anexo 4E), pH (anexo 4D), DBO<sub>5</sub> (anexo 4F), nitratos (anexo 4H), fosfatos (anexo 4I), temperatura (anexo 4A), turbidez (anexo 4B), y sólidos disueltos (anexo 4G).

Por último, en el tercer estudio, se cuestionó sobre el desarrollo de curvas de valoración para cada variable. Los niveles de calidad de agua tuvieron un rango de 0 a 100, colocadas en diferentes niveles de las variables. Estas curvas fueron conocidas como “Relaciones Funcionales” o “Curvas de Función” (Rahman, 2003).

Los investigadores promediaron todas las curvas propuestas, para generar una curva promedio por cada variable. Posterior a esto, las curvas fueron graficadas mediante el uso de la media aritmética, con un límite de confianza del 80%. El establecimiento de los pesos para los subíndices, fue una tarea complicada. Ya que fue de suma importancia que todos los pesos sumaran 1. Para lograr esto, se calcularon promedios aritméticos de las valoraciones para las variables Pykh *et al.*, 2000).

Para calcular el índice de calidad de agua agregado, se usa una suma lineal ponderada de los subíndices o una función de agregación del producto ponderado. El NSF utilizó la suma lineal ponderada. El resultado de su aplicación, debe ser entre 0 y 100, donde 0 representa una calidad de agua muy pobre y 100 una calidad de agua excelente. El resultado final es interpretado de acuerdo a la escala de clasificación, en la que el fondo representa el color correspondiente a cada rango:

**Cuadro 2.2.** Escala de clasificación NSF

Excelente: 91-100
Buena: 71-90
Media: 51-70
Mala: 26-50
Muy mala: 0-25

Fuente: Pykh *et al.* (2000)

Este índice tiene la particularidad de ser ampliamente usado en estudios ambientales (Lozada *et al.*, 2009). Siendo así, que en los Estados Unidos 12 de

60 estados lo usaron. Inclusive se han usado gráficos tridimensionales para mostrar perfiles de calidad de agua. El índice es colocado en el eje vertical y el tiempo y la distancia en el eje horizontal, con la finalidad de detectar tendencias y observar el comportamiento de la contaminación.

## **2.4. AVICULTURA EN EL ECUADOR**

De acuerdo al Ministerio de Agricultura y Ganadería (2006), la estructura de la industria avícola se analiza en tres niveles, dependiendo del componente tecnológico y la infraestructura utilizada; se entiende que el 70% de este producto viene de empresas de altas tecnologías, el 20% corresponde a la media y la diferencia proviene de las pequeñas explotaciones avícolas.

En los últimos 50 años la avicultura se ha transformado en la actividad dinámica del sector agropecuario, debido a la gran demanda de sus productos por toda la población, incluso habiéndose ampliado las ventas en los mercados. Conforme lo demuestran las cifras, la población avícola total durante el período de análisis crece en un 65%, con un promedio anual del 11%. Por otro lado, la producción de huevos crece en un 6%, índice muy inferior al alcanzado en el rubro de carne de pollo, pero es importante señalar que en 1999 y 2000, se registra una recuperación en el 15 y 9%, respectivamente (Febles, 2008).

A pesar de la difícil situación económica que afronta el país en los últimos años, la avicultura ha mostrado un comportamiento dinámico, contribuyendo positivamente al desarrollo del sector agropecuario. En el Ecuador se desarrolla dos tipos de sistemas de producción de pollos parrilleros; la crianza familiar y el sistema de crianza comercial (Duque, 2010).

## 2.5. POLLO DE ENGORDE

Del Pino (2004), menciona que los pollos de engorde (Broilers), convierten el alimento en carne de manera eficiente, con un aproximado de 1.80 a 1.90 correspondientes a índices de conversión. El pollo de engorde moderno ha sido creado científicamente para ganar una buena cantidad de peso en períodos sumamente cortos. El cuidado y manejo eficiente de estos pollos, permitirá obtener rentabilidad económica y ambiental. Cabe mencionar, que la clave para lograr buenos índices de conversión, es el compromiso con la práctica de métodos básicos de crianza adecuados (NUTRIL, 2004).

De acuerdo a Vinueza (2009), la crianza y engorde de pollos es una actividad realizada desde hace mucho tiempo, empleada con el objetivo de producir la mayor cantidad de carne al más bajo costo; para conseguir una buena producción de carne se necesita combinar los siguientes elementos:

- Excelente material genético (pollo), que sea capaz de convertir eficientemente el alimento y estar listo para el mercado en menor tiempo.
- Alimento que cubra todas las necesidades nutricionales del pollo.
- Buen manejo, que incluya la prevención contra enfermedades, de manera que permita al pollo desarrollar su potencial genético.

Leeson (2007), indica que la rapidez de crecimiento de los broilers continúa en auge. Actualmente, se considera que la máxima velocidad de crecimiento del broiler no es siempre la más rentable. Por ejemplo, la mayoría de los problemas de patas y de mortalidad son debidos al síndrome de la muerte súbita y ascitis, los cuales están relacionados directamente con la velocidad de crecimiento de los pollos.

Por su parte Verduzco *et al.* (2009), expresa que otra área de interés actual en la nutrición del broiler es el efecto de la dieta sobre la composición de la canal y la producción de carne. Dado que el número de canales que son deshuesadas y

procesadas sigue aumentando, es evidente que deben desarrollarse programas de alimentación que permitan aumentar la rentabilidad en todo sentido.

## 2.6. ALIMENTACIÓN DEL GANADO AVIAR

Para que exista una buena alimentación en el ganado aviar, el contenido en proteínas debe estar equilibrado con los demás componentes, especialmente carbohidratos y lípidos. La dieta también debe incluir minerales en cantidades proporcionadas, así como calcio y fósforo (Leeson, 2007).

Por su parte, las vitaminas también cumplen un rol importante en la producción de carne y huevos y deben estar perfectamente ajustadas en la alimentación. Además, debe existir una relación equilibrada entre la materia seca de la ración y los principios digestibles, es decir entre el volumen y la digestibilidad (ICA, 2009).

Damron *et al.*, (2007), expresan que los nutrientes son sustancias químicas que se encuentran en casi todos los alimentos y son necesarios para el crecimiento, producción y salud de los animales. Las necesidades nutritivas de las aves son muy complejas y varían según especies, raza, edad y sexo del ave; por ello existen más de 40 compuestos químicos específicos que son nutrientes en la dieta de las aves.

Para una mejor salud y desarrollo, una dieta debe incluir todos los nutrientes necesarios en cantidades adecuadas. Si llegara a existir insuficiencia de alguno, el crecimiento del ave se vería afectado. Aunque los mismos nutrientes presentes en la dieta son encontrados en los tejidos del cuerpo y huevos de las aves, no existe una transferencia directa de nutrientes del alimento hacia el tejido (Chain, 2009).

**Cuadro 2.3.** Requerimientos nutritivos de pollos bebé de acuerdo a la edad.

<b>Nutrientes</b>	<b>1 a 7 días</b>	<b>8 a 21 días</b>	<b>22 a 35 días</b>	<b>36 a 42 días</b>
Proteína (Min), %	22,0	20,0	18,0	19,5
Humedad (Min), %	12,5	12,5	12,5	12,5

Grasa (Min), %	5,0	6,0	6,0	5,0
Fibra (Máx. %)	3,0	3,0	4,0	4,0
E.L.N (Min), %	50,0	50,0	55,0	53,0

Fuente: Damron *et al.*, 2007

Damron *et al.*, (2007), mencionan que el agua es probablemente el nutriente más esencial para los pollos, ya que una deficiencia en el suministro correcto de este recurso, afectaría en el desarrollo del ave más velozmente que la falta de cualquier otro nutriente. Esta es la razón por la cual es muy importante mantener un adecuado suministro de agua, limpia, fresca y fría todo el tiempo.

El agua tiene gran importancia en la digestión y metabolismo del ave, ya que forma parte del 55 a 75% del cuerpo de la misma. El agua suaviza el alimento en el buche y lo prepara para ser molido en la molleja. Muchas reacciones químicas necesarias en el proceso de digestión y absorción de nutrientes son facilitadas o requieren agua (Revidatti, 2009).

## **2.7. ENFERMEDADES EN EL GANADO AVIAR PRODUCIDAS POR LA MALA CALIDAD DEL AGUA**

Las aves de corral están expuestas a diferentes tipos de enfermedades al igual que otros animales de granjas. Una de las enfermedades presentes en los pollos de la granja avícola “Zambrano Ponce” es el síndrome ascítico (SA), esta es una revelación patológica, que está ligado con distintos agentes causales, y consiste en la acumulación de fluido corporal a nivel de cavidad abdominal. Esta enfermedad produce grandes pérdidas económicas en la industria avícola a nivel mundial, estimándose las pérdidas económicas en más de un billón de dólares (Arce *et al.*, 2002).

La etiología y patología del Síndrome ascítico (SA) en el ganado aviar ha sido objeto de polémicas y malas interpretaciones desde su aparición, debido a que existen informes sobre varios agentes, ambientales, nutricionales, genéticos, de

manejo, infecciosos, tóxicos y físicos (Arce *et al.*, 1989) que provocan el SA. Algunas de estas etiologías se refieren a reportes de campo o a casos aislados, y no siempre corresponden al cuadro clínico-patológico del SA; los síntomas y lesiones descritos sugieren la participación de diversos factores que están interrelacionados.

El SA puede considerarse como una manifestación de una insuficiencia cardiaca congestiva derecha, que provoca una hipertensión hidrostática venosa generalizada, hipertrofia cardiaca derecha y edema (Dominguez *et al.*, 1990). El nombre de Síndrome de Hipertensión Pulmonar propuesto describe con mayor claridad este grave problema, que es promovida por la hipoxia crónica.

En un estudio realizado en México a pollos de engorde, se pudo observar que a mayor ganancia de peso y mayor consumo de alimento se presenta mayor mortalidad por SA (Cortés *et al.*, 2006). Por lo tanto, se recomienda proponer restricciones alimenticias de manera que se logre atenuar la incidencia de esta enfermedad.

Además del síndrome ascítico, existen otras enfermedades que atacan el ganado aviar y que pueden causar hasta la muerte de este. A continuación, se presentan las enfermedades de pollo más comunes generadas por aguas contaminadas:

La influenza aviar, se presenta con varios síntomas como plumas erizadas, inapetencia, sed excesiva y diarrea acuosa de color verde brillante. También se presentan inflamación de las barbillas y crestas, además de edema alrededor de los ojos. A menudo se encuentran las puntas de las crestas con un color cianótico o morado (Agrobit, 2012).

Houriet (2007), indica que esta enfermedad es transmitida por aves acuáticas migratorias, que han estado en aguas contaminadas y al tener contacto con el ganado aviar lo contagia, introduciendo el virus y propagando este rápidamente.

Otra enfermedad que ataca al ganado aviar es la viruela aviar, esta es producida por el virus *Borreliota avium*, el cual se esparce muy lentamente. Afecta las

mucosas de la garganta, boca y lengua, provocando formación de úlceras o falsas membranas amarillentas; y la forma cutánea o seca, que provoca costras o granos en la cresta, barbillas de los pollos (Bellot, 2004). El virus que provoca este mal es transmitido al beber agua contaminada o por contacto directo, de un animal a otro (DIPRODAL, 2008).

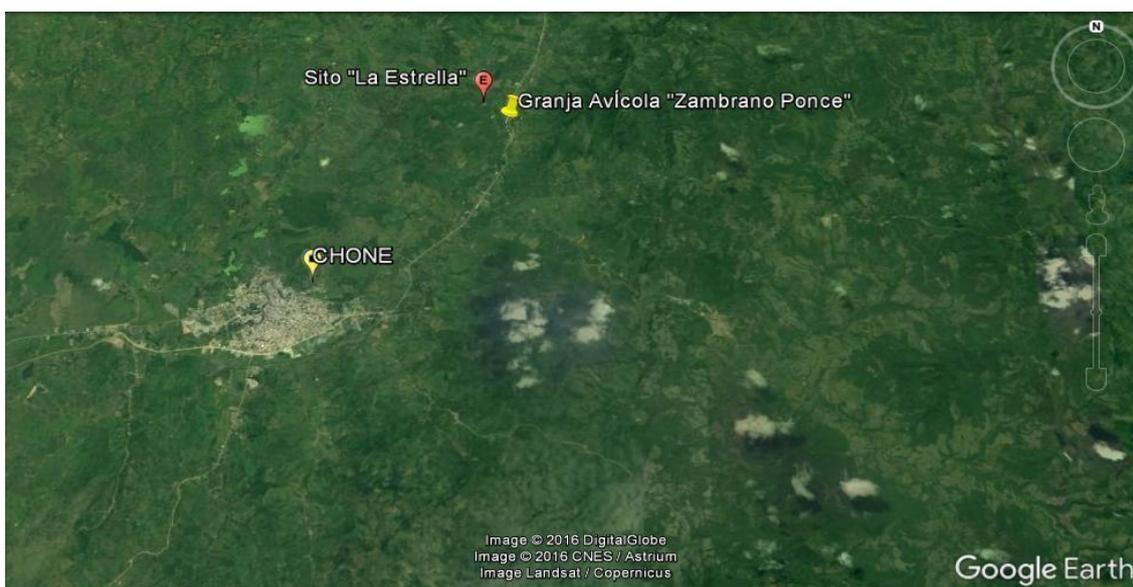
Martínez (2009), expresa que la Coccidiosis, es una enfermedad presentada en aves de corral producida por un protozooario que ataca el sistema digestivo; en especial el intestino delgado, los ciegos y el intestino grueso. Estos organismos destruyen por completo las células digestivas que son las que absorben los alimentos. La coccidiosis se transmite bebiendo agua contaminada o de un ave a otra (Palazón, 2008).

# CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO

## 3.1. UBICACIÓN

La investigación fue realizada en la granja avícola “Zambrano Ponce” ubicada en el sitio “La Estrella” del cantón Chone (imagen 3.1).

Imagen 3.1. Ubicación de la Granja Avícola Zambrano Ponce



Fuente: Google Earth, 2014

Las características del entorno de estudio se detallan en el cuadro 3.1.

Cuadro 3.1. Características del cantón Chone

Características	Chone
Extensión territorial	3570,6 km <sup>2</sup>
Coordenadas geográficas	0°41'00"S 80°06'00"O
Altitud	Máxima 560 m s. n. m. Mínima ~5 m s. n. m.
Temperatura promedio anual (°C)	26°C
Superficie del área de estudio	20000m <sup>2</sup> = 2ha

Fuente: AME (Asociación de Municipalidades Ecuatorianas), 2010

## 3.2. DURACIÓN DEL TRABAJO

La investigación tuvo una duración aproximada de 9 meses desde octubre del 2016.

## 3.3. MÉTODOS Y TÉCNICAS

### 3.3.1. MÉTODOS

**Experimental:** La investigación se basó en una situación controlada, donde el investigador manipula una o más variables independientes para obtener resultados medibles en un factor de respuesta.

### 3.3.2. TÉCNICAS

**Observación:** La investigación implicó la observación abierta para la identificación de enfermedades en el ganado aviar producidos para el experimento.

**Análisis de laboratorio:** Las muestras correspondientes a los tres tipos de agua fueron sometidas a análisis de parámetros físicos-químicos y biológicos en el laboratorio.

## 3.4. FACTORES EN ESTUDIO

**Factor independiente:** Tipo de agua

**Niveles:**

A<sub>1</sub>: Agua subterránea

A<sub>2</sub>: Agua superficial

A<sub>3</sub>: Agua purificada

**Variables respuesta:** Presencia de enfermedades en las aves.

- Desprendimiento de mucosa.
- Sacos aéreos contaminados.

- Bolsas de Fabricio afectadas.
- Ronquido.
- Mycoplasma.
- Ascitis.

### 3.5. TRATAMIENTOS

Se realizó tres tratamientos con 50 repeticiones cada uno, dando un total de 150 unidades experimentales.

Cuadro 3.2. Detalles del número de unidades experimentales utilizadas para cada tratamiento

Nivel	Calidad del agua	Número de pollos
A <sub>1</sub>	Agua subterránea	50
A <sub>2</sub>	Agua superficial	50
A <sub>3</sub>	Agua purificada	50

### 3.6. DISEÑO EXPERIMENTAL

Se utilizó un Diseño Completamente Aleatorio (DCA) con 50 réplicas para cada tratamiento analizado.

Cuadro 3.3. Diseño experimental

Diseño experimental	Número de tratamientos	Número de repeticiones	Niveles		
Diseño Completamente al Azar (DCA) Unifactorial	3	50	Calidad de agua		
			1. Agua Subterránea	2. Agua Superficial	3. Agua Tratada

### 3.7. UNIDAD EXPERIMENTAL

Para llevar a cabo la investigación se tomó como unidad experimental a cada uno de los pollos.

Cuadro 3.4. Descripción de las unidades experimentales.

Unidades experimentales Nomenclatura	Calidad de agua		
	Agua subterránea (l/d)	Agua superficial (l/d)	Agua purificada (l/d)
T <sub>1</sub> R <sub>1</sub> ... R <sub>50</sub>	10	10	10
T <sub>1</sub> R <sub>2</sub> ... R <sub>50</sub>	10	10	10
T <sub>1</sub> R <sub>3</sub> ... R <sub>50</sub>	10	10	10

### 3.8. VARIABLES A MEDIR

#### 3.8.1. VARIABLE DEPENDIENTE

Enfermedades en el ganado aviar.

#### 3.8.2. VARIABLE INDEPENDIENTE

Tipo de agua.

### 3.9. PARÁMETROS A MONITOREAR

Cuadro 3.5. Parámetros físico-químicos y biológicos evaluados en los tres tipos de agua usados en el experimento

Parámetros	Unidades
Coliformes totales	NMP/100ml
Coliformes fecales	NMP/100ml
Dureza total	mg/l CaCO <sub>3</sub>
Sólidos totales	mg/l
pH	Adimensional
Temperatura	°C
Turbidez	NTU
Oxígeno disuelto	% sat
DBO <sub>5</sub>	mg/dm <sup>3</sup>

### 3.10. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

**Regresión logística binaria:** Para el análisis estadístico de este estudio, se utilizó una regresión logística binaria para predecir la probabilidad de que una observación coincida con una de las dos categorías de la variable dependiente dicotómica. La presencia de las enfermedades aviares fueron codificadas en SPSS 21 con el valor de 0, para los pollos que no presentaban indicios de

enfermedad, y 1 para aquellos que sí mostraban signos de la enfermedad correspondiente.

La regresión logística binaria es similar a la regresión lineal, con la excepción de que el tipo de medición de la variable dependiente solamente puede tener dos opciones de respuesta. Sin embargo, a diferencia de la regresión lineal, no se está intentando determinar el valor predicho de la variable dependiente, sino la probabilidad de que una categoría particular de la variable dependiente ocurra dado los escenarios de las variables independientes (Hatcher, 2013).

### **3.11. PROCEDIMIENTOS**

A continuación, se presentan los procedimientos que se desarrollaron en la investigación, de acuerdo a las diferentes etapas:

#### **3.11.1. FASE I. APLICACIÓN DE UN DISEÑO EXPERIMENTAL PARA LA PRODUCCIÓN DE TRES LOTES DE POLLOS CON DIFERENTES TIPOS DE AGUA**

##### **Actividad 1. Determinación de la calidad de los tipos de agua seleccionados para el experimento**

En esta actividad se tomó muestras de tres tipos de agua: subterránea, superficial y purificada. Para la determinación de la calidad del agua se analizó parámetros físico-químicos y microbiológicos en laboratorio. A continuación se detallan los parámetros analizados:

- Coliformes Totales
- Coliformes Totales
- Temperatura
- pH
- Dureza total
- Solidos totales
- Turbidez

- Oxígeno disuelto
- DBO<sub>5</sub>

Con los resultados obtenidos, se procedió a realizar la respectiva comparación según los parámetros permisibles para su uso establecidos por el TULSMA (2015). Además, se determinó el ICA-NSF, con el fin de conocer la calidad de agua. Para la obtención del índice de calidad se aplicó la ecuación 3.1.

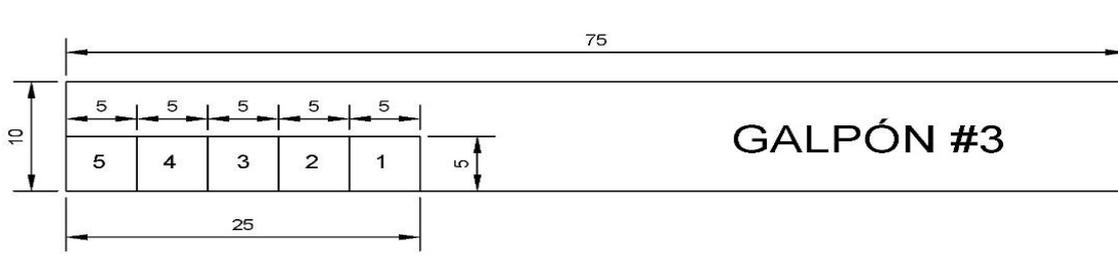
$$ICA = \sum_{i=1}^9 (sub_i * w_i) \quad [3.1]$$

## Actividad 2. Adecuación de los galpones

Para esta actividad, se realizó visitas a la granja con el fin de conocer el espacio adecuado para la colocación de las unidades experimentales, de manera que no se contamine el resto de la producción avícola de la granja, siguiendo los mismos procedimientos de Chinivasagam *et al.* (2016).

Se identificó al tercer galpón como el área óptima para la adecuación de las unidades experimentales, de acuerdo a que presenta mejores condiciones. Este se encuentra a una separación de 15 m del resto de la producción, del cual se utilizó 125m<sup>2</sup>, mismo que se dividió en secciones de 5 m<sup>2</sup>. La sección uno, tres y cinco, fue donde se desarrolló la investigación como se muestra en la imagen 3.2.

Imagen 3.2. División de galpones



En este lugar también se implantó el sistema de hidratación del animal, el cual constó con 3 tanques de polietileno de 60 litros cada uno, a una distancia de un metro de cada tratamiento y a una altura de un metro y medio la cual ayudo a que cada tipo de agua fuera distribuida por gravedad a los lotes adaptados.

A cada uno los tanques se les realizó una perforación en la parte baja para dar cabida a la tubería de una pulgada la cual transporto el agua hasta los bebederos previamente instalados en el galpón. Cada sistema consto de 3 metros de tubería pvc a la cual se les realizo perforaciones para la instalación de los 3 bebederos automáticos que se colocaron en el tratamiento, este proceso se los realizó para cada una de las secciones donde se desollaron las unidades experimentales.

Esta actividad se realizó mediante varias visitas a la granja, donde se logró conocer el estado actual de la avícola y el lugar óptimo para la implementación del equipo propuesto en el último objetivo.

### **Actividad 3. Compra de las unidades experimentales**

La adquisición de las unidades experimentales se la realizo mediante el contacto con la incubadora estrella roja la cual proporciono 150 pollitos bebes de la raza Cobb 500, mismos que se utilizaron para el desarrollo de la investigación. Se eligió esta raza de ave por ser una de las más resistentes a enfermedades.

## **3.11.2. FASE II. DETERMINACIÓN DE LA INCIDENCIA DE ENFERMEDADES EN EL GANADO AVIAR**

### **Actividad 4. Toma de peso del ganado aviar**

Para el cumplimiento de esta actividad se procedió a la construcción de un embudo por el cual ingresaban cada uno de los pollos, luego se procedió a la selección aleatoria la cual consistió en tomar el peso del animal.

Para la toma de peso de los pollos se tomaron 10 muestras por cada tratamiento, cuyo proceso se lo realizó desde la primera semana (pollos bebes) hasta la cuarta semana (pollos adultos), obteniendo el promedio del peso de los pollos por cada tratamiento.

### **Actividad 5. Análisis de necropsia al ganado aviar**

Para el cumplimiento de esta actividad se realizaron análisis de necropsia a las aves en estudio, los cuales estuvieron a cargo del médico veterinario Ricardo Sierra. Para su efecto se llevó a cabo el siguiente procedimiento:

- a. Se tomó una muestra (pollo) por cada unidad experimental.
- b. Se realizó un corte a la altura del pico del ave para así tener acceso a su tráquea y timos, para observar si se presentaban problemas respiratorios.
- c. Luego de procedió a la revisión de la cavidad interna, en donde se encuentra el hígado, pulmones, sacos aéreos, bolsa de Fabricio, molleja, viseras, corazón, entre otros órganos; esto con el fin de buscar problemas de micotoxinas en las aves.
- d. Finalmente, se cortó la molleja, bolsa de Fabricio e intestinos en busca de hongos y afectaciones a estos órganos.

Estos análisis proporcionaron información sobre el estado clínico de las unidades experimentales.

### **Actividad 6. Evaluación de la aparición de enfermedades**

Una vez obtenido los resultados de los análisis clínicos, se procedió a discutir la información obtenida con datos de investigaciones ya realizadas en temas similares.

### **3.11.3. FASE III. ESTABLECIMIENTO DE UNA ALTERNATIVA DE SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA PARA EL ABASTECIMIENTO DE LA GRANJA AVÍCOLA "ZAMBRANO PONCE"**

#### **Actividad 7. Dimensionamiento del desarenador para la planta**

El dimensionamiento del desarenador fue enfocado de acuerdo a los los siguientes parámetros

Caudal de diseño ( $Q_{maxh}$ )= 0,12m<sup>3</sup>/s 0,00014

Densidad relativa de la arena (S)= 2,65g/cm<sup>3</sup>

Diámetro de la partícula (d)= 0,0002m

Temperatura del agua (T)= 28 °C

Viscosidad cinemática ( $\nu$ )= 0,0000010105m<sup>2</sup>/s

Ancho de canal (B') = 0,70m

Posteriormente se calculó diversos parámetros guiados de ecuaciones:

Velocidad de sedimentación ( $V_s$ ), número de Reynold, velocidad crítica de arrastre ( $V_d$ ), área, base del desarenador (B), tirante del agua (h), borde libre ( $h_o$ ) y longitud del desarenador (L).

### **Actividad 8. Dimensionamiento del sistema de filtración**

A través de ecuaciones se realizó el calculo de los siguientes parámetros: velocidad de filtración, número de filtros, área superficial para cada filtro y diámetro de cada Filtro.

Para el tratamiento de ósmosis inversa y luz ultravioleta se realizó una revisión bibliográfica para conocer los equipos con mejor viabilidad para el tratamiento.

## CAPÍTULO IV. RESULTADO Y DISCUSIÓN

### 4.1. FASE I. APLICACIÓN DE UN DISEÑO EXPERIMENTAL PARA LA PRODUCCIÓN DE TRES LOTES DE POLLOS CON DIFERENTES TIPOS DE AGUA

#### Actividad 1. Determinación de la calidad del agua de la granja avícola “Zambrano Ponce”

Para la determinación de la calidad del agua se realizaron análisis físico – químicos y microbiológicos los cuales se detallan en el cuadro a continuación:

**Cuadro 4. 1.** Análisis físico-químicos y microbiológicos de los tres tipos de agua.

Parámetros	Agua superficial	Agua subterránea	Agua purificada	Unidades	LÍMITES PERMISIBLES	
					1	2
<b>FISICO – QUIMICOS</b>						
pH	7,59	8,2	7,03	Adimensional	6-9	-
Temperatura	25,4	28	26,7	°C	-	-
Dureza total	130	190	20	mg/l	-	500
Sólidos totales	1500	700	1,5	mg/l	3000	1000
Turbidez	3	4	1	NTU	-	100
Oxígeno disuelto	41	17	67	mg/l	3,0	No menor a 6
<b>MICROBIOLÓGICOS</b>						
Coliformes totales	17,0	<1,8	<1,8	NMP /100ml	<5000	3000
Coliformes fecales	17,0	<1,8	<1,8	NMP /100ml	<1000	600
DBO5	4	14	0,3	mg/l	-	2,0
1	Límites permisibles para aguas de uso pecuario TULSMA LIBRO VI ANEXO 1.					
2	Límites permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico que únicamente requieran desinfección TULSMA LIBRO VI ANEXO 1.					

En el cuadro 4.1 expresa que los parámetros de pH, sólidos totales, coliformes fecales y coliformes totales, se encuentran dentro de los límites permisibles establecidos para aguas de uso pecuario TULSMA LIBRO VI ANEXO 1. A diferencia del oxígeno disuelto que supera los límites permisibles de calidad de este criterio en los tres tipos de agua.

Por otra parte, los parámetros de dureza total, turbidez, oxígeno disuelto, coliformes fecales y coliformes totales, se encuentran dentro de los límites permisibles establecidos para aguas de consumo humano y uso doméstico que

únicamente requieran desinfección TULSMA LIBRO VI ANEXO 1. Mientras que los sólidos totales y la  $DBO_5$  sobrepasan los rangos propuestos por este criterio en los tipos de agua superficial y subterránea; a excepción del agua purificada.

Otra forma de determinar la calidad de agua de la granja avícola “Zambrano Ponce”, fue mediante la aplicación del ICA-NSF y la clasificación de tipo de agua que este propone (cuadro 2.2).

Para llevar a cabo la determinación del ICA-NSF, se utilizaron los resultados obtenidos en el laboratorio, en base a estos resultados se procedió a buscar los valores de  $Q$  (subi) en las curvas de valoración ya establecidas (ver anexo 3), luego estos valores fueron multiplicados por el factor de ponderación ( $w_i$ ) correspondiente a cada parámetro. Finalmente, se realizó la suma de todos los valores obtenidos en la multiplicación, con los cuales se determinó el tipo de agua en base a la clasificación propuesta por el ICA-NSF.

El cuadro 4.2 indica que el agua de fuente superficial tuvo una calidad MEDIA con un valor de 51,99. El agua de fuente subterránea tuvo una calidad MALA con un valor de 44,25. Por último, el agua de fuente tratada tuvo una calidad BUENA con un valor de 74,06. La calidad del agua de todas las fuentes se determinó con base en la clasificación revisada por Pykh *et al.* (2000).

**Cuadro 4.2.** Determinación del ICA-NSF de los tipos de agua utilizados en el estudio.

Parámetros	RESULTADOS DE LABORATORIO				VALOR DE Q (sub <sub>i</sub> )			Factor de ponderación (w <sub>i</sub> )	sub <sub>i</sub> *w <sub>i</sub>		
	Superficial	Subterránea	Tratada	Unidades	Superficial	Subterránea	Tratada		Superficial	Subterránea	Tratada
Temperatura	25,4	28	26,7	0C	90	80	95	0,1	9,0	8,0	9,5
Turbidez	3	4	1	NTU	93	90	99	0,08	7,44	7,2	7,92
Oxígeno disuelto	41	17	67	mg/l	46	11	76	0,17	7,82	1,87	12,92
pH	7,59	8,2	7,03	Adimensional	92	82	94	0,12	11,04	9,84	11,28
Coliformes fecales	17	<1,8	<1,8	NMP/100ml	67	98	98	0,15	10,05	14,7	14,7
DBO <sub>5</sub>	4	14	0,3	mg/l	64	24	99	0,1	6,4	2,4	9,9
Sólidos totales	1500	700	1,5	mg/l	3	3	98	0,08	0,24	0,24	7,84
								SUMATORIA	51,99	44,25	74,06
									MEDIA	MALA	BUENA

De acuerdo a Jiménez y Vélez (2006), quienes evaluaron la calidad del agua del río Ayurá utilizando el ICA-NSF, determinaron que en la estación uno se presentó una buena calidad del agua; mientras que las estaciones dos y tres presentaron una calidad de agua mala, registrando un gran deterioro como consecuencia de las actividades antropogénicas. Así mismo, mencionan que, a pesar de la calidad de agua presentada en el río, aún se muestran condiciones que permiten el desarrollo de la vida acuática.

La Legislación Ambiental Ecuatoriana establece varios parámetros para el consumo de agua en la actividad pecuaria, sin embargo, estos parámetros no han sido clasificados por el tipo de ganado correspondiente, razón por la cual se están generando mayores inconvenientes en el rendimiento del ganado aviar. Por otra parte, Rubio (2005), expresa que 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.

## **Actividad 2. Adecuación de los galpones**

Según el (MAGAP, 2015) en la guía avícola específica que para el análisis o evaluación de instalaciones de granjas avícolas se deben tomar en cuenta las siguientes características:

### **Infraestructuras**

En el art 10 de la guía avícola del MAGAP, se describen las condiciones de los galpones como un ambiente adecuado para las aves en higiene y bioseguridad de la misma. Con estas condiciones también cuenta la avícola Zambrano Ponce como se muestra a continuación:

**Cuadro 4. 3.** Infraestructura de galpones.

<b>Infraestructura</b>			
<b>Infraestructura</b>	<b>Descripción</b>	<b>Infraestructura</b>	<b>Descripción</b>
<b>Área de terreno de galpones</b>	2670 m <sup>2</sup>		
<b>Número de galpones</b>	3	<b>Tipo de estructura</b>	Pilotes de madera
	3000		12x80 m
<b>Capacidad de aves por galpón</b>	3000	<b>Dimensiones por galpón</b>	12X80 m
	3000		10x75 m
<b>Material de las paredes</b>	Ladrillo, madera y malla	<b>Almacenamiento del balanceado</b>	Bodega – sacos
<b>Tipo de cubierta</b>	Zinc	<b>Sistema de bebederos</b>	Automático
<b>Material del piso</b>	Suelo	<b>Servicios disponibles</b>	Electricidad
<b>Sistema de comederos</b>	Manuales	<b>Almacenamiento de agua</b>	Tanques reservorios
			1 bodega de
<b>Sistema de cortinas</b>	Manual – lona color verde, roja y amarillo	<b>Número de bodegas</b>	Alimento, insumos y otros
<b>Abastecimiento de agua</b>	Agua subterránea	<b>Sistema de Calefacción de los galpones</b>	Calentadoras a gas.

### Instalaciones eléctricas

La granja obtiene su energía a partir de la red nacional interconectada de electricidad, también cuenta con dos transformadores de energía para el funcionamiento de los equipos (Ventilación, sistema de bombeo de agua y sistema eléctrico de iluminación)

### Equipos

En el diagnóstico inicial se establecieron los equipos necesarios vinculados a la producción de la granja los cuales se detallan a continuación:

**Cuadro 4.4.** Equipos de la granja.

<b>Equipos identificados en la granja avícola "Zambrano Ponce"</b>	
<b>Equipos</b>	<b>Descripción</b>
<b>Ventiladores</b>	13
<b>Bomba de abastecimiento de agua</b>	1 de 1 HP
<b>Llaves de paso</b>	5
<b>Reservorios de agua</b>	3 de 1000L, 3 de 1500L
<b>Tipo de tubería</b>	Manguera de 1 pulgadas y tubos pvc de 1 pulgadas

## 4.2. FASE II. DETERMINACIÓN DE LA INCIDENCIA DE ENFERMEDADES EN EL GANADO AVIAR

### Actividad 4. Toma de peso del ganado aviar

Los tipos de agua en el tratamiento no generan diferencias significativas en el peso del ganado aviar (Anexo 1). En el gráfico 4.1 se puede apreciar el promedio de los pesos para cada una de las semanas que duró el estudio. En las 4 semanas se aprecia que la tendencia de los pesos en las aves es similar; es decir que el agua superficial registra los pesos más bajos, seguido del agua subterránea y finalmente el agua purificada pero con diferencias no significativas.

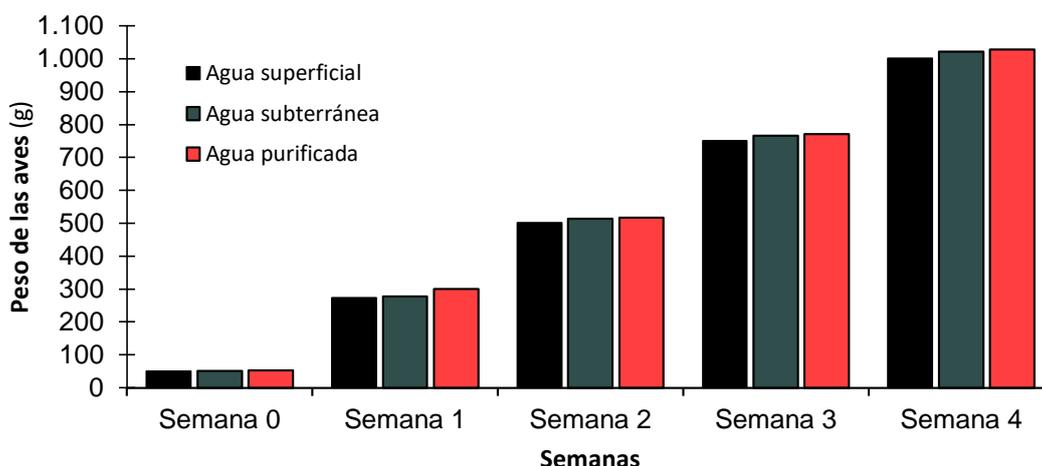


Gráfico 4.1. Peso de los pollos en gramos durante las semanas del experimento

Los valores reflejados en el gráfico 4.1 se encuentran dentro de los parámetros establecidos por Castelló (2007) en su Manual de Control de pesos de pollos Broilers, en el que se muestran esquemas específicos de pesos a lo largo del desarrollo de las aves.

### Actividad 5. Análisis de necropsia al ganado aviar

De acuerdo a los análisis de necropsia a todos los tratamientos, se comprobó que la calidad de los tipos de agua influyen directamente en la aparición de enfermedades en el ganado aviar (cuadro 4.5).

Cuadro 4.5. Análisis de necropsia al ganado aviar.

Pollos abastecidos con agua purificada	Pollos abastecidos con agua superficial	Pollos abastecidos con agua subterránea
Al primer grupo de pollos, se le pudo observar una integridad intestinal totalmente sana, sin desprendimiento de mucosas, sacos aéreos limpios sin ningún problema de Mycoplasma y bolsas de Fabricio en un estado totalmente sano.	Al realizar la segunda necropsia, se pudo verificar un poco de desprendimiento de la mucosa intestinal, provocada por la presencia de la bacteria Gram positivo como lo es el clostridium. Los sacos aéreos se encontraron ligeramente contaminados (aerosaculitis) y con presencia de E. Coli (bacteria Gram negativa); además las bolsas de Fabricio se hallaron afectadas y con presencia de ronquido.	En la última necropsia se pudo evidenciar uno de los pollos totalmente afectado por clostridium y con sacos aéreos totalmente contaminados. Los demás pollos también presentaron fuertes ronquidos y presencia de Mycoplasma, así mismo se encontraron las bolsas de Fabricio totalmente enrojecidas, provocando una morbilidad del 50% de los pollos.



La Enteritis necrótica es causada por la bacteria clostridium, la cual es encontrada en el intestino de los pollos, incluso cuando se encuentran aparentemente sanos. Dicha enfermedad genera necrosis severa en la mucosa intestinal (Zavala, 2012). Por ello la presencia de clostridium en el agua superficial y subterránea, provocaron el desprendimiento parcial y total de la mucosa intestinal en la mayoría de los pollos.

La Septicemia de origen respiratorio es una enfermedad provocada por la E. coli, causando daño en la mucosa respiratoria y lesiones fuertes en tráquea, pulmones y sacos aéreos (Giner, 2010). Tal como se muestra en los resultados de la necropsia de los pollos abastecidos tanto con agua superficial como subterránea, los cuales presentaron fuertes afectaciones en sus sacos aéreos y otros problemas respiratorios.

Es importante mencionar que a pesar de que se tuvo la presencia de varias enfermedades en muchos de los pollos, el síndrome ascítico no se reflejó entre esas enfermedades, lo que quiere decir que en este caso el agua no tuvo influencia directa en el apareamiento y desarrollo de esta enfermedad. Generalmente, el síndrome ascítico es provocado por diversos agentes, ya sean

ambientales, nutricionales, genéticos, de manejo, infecciosos, tóxicos y físicos (López *et al.*, 2003); sin embargo, en esta investigación no se logró comprobar lo antes mencionado, debido a que el síndrome no se reflejó en ninguno de los tratamientos planteados.

En una avícola de México, se realizó una evaluación para poder determinar qué factor estaba afectando a los pollos del lugar con el síndrome ascítico. Se realizaron varias pruebas proporcionando diferentes tipos de agua a los pollos y la enfermedad salió negativa. Así mismo, se realizaron pruebas con el alimento del pollo, en donde se observó que a mayor ganancia de peso y a mayor consumo de alimento se presentó una mayor mortalidad por síndrome ascítico (Cortés *et al.*, 2006).

Por otra parte, se realizó un experimento para comparar el efecto de la presentación del alimento, ya sea granulado o en harina, en el comportamiento productivo y la mortalidad por síndrome ascítico. Siendo así, que los pollos con alimento granulado tuvieron mayor ganancia de peso y un mayor índice de mortalidad por síndrome ascítico, a diferencia de los pollos alimentados con harina. Lo expuesto indica, que los alimentos granulados proporcionados a los pollos de engorde generan mayor aumento de peso, con altos índices de mortalidad por dicha enfermedad (Cortés *et al.*, 2006). Por lo tanto, se propone utilizar en la dieta de los pollos, alimentos en forma de harina para evitar la alta incidencia de este síndrome (González *et al.*, 2005).

## **Actividad 6. Evaluación de la aparición de enfermedades**

### **Análisis de regresión logística binaria**

- *Desprendimiento de mucosa*

Los resultados de la regresión logística binaria mostraron significancia estadística,  $\chi^2(2)=49,986$ ;  $p<,0005$ . El modelo explicó el 39,7% (Nagelkerke  $R^2$ ) de la varianza de la aparición de desprendimiento de mucosa y clasificó correctamente el 80% de todos los casos. La sensibilidad fue del 70,8%, y la

especificidad obtuvo un valor de 84,3%. El valor predictor positivo fue de 68% y el negativo de 86%.

Los pollos criados con agua subterránea tuvieron una probabilidad de exhibir desprendimiento de mucosa 33,29 veces mayor que aquellos a los que se les asignó agua tratada. En el caso del agua superficial, se obtuvo una probabilidad de ocurrencia de desprendimiento de mucosa 4,41 veces mayor en referencia al agua tratada (ver cuadro 4.6). Los resultados mostraron que el uso de agua superficial y subterránea está asociado con un mayor nivel de ocurrencia de desprendimiento de mucosa en los pollos cuando se compara con el agua tratada (gráfico 4.2). Estos hallazgos coinciden con los resultados de Bellostas (2009), quien indica que el tipo de agua usado en la alimentación de las aves genera efectos en el desarrollo de enfermedades en aves de producción industrial, y establece una serie de parámetros que deben cumplirse en los procesos de crianza de aves.

**Cuadro 4.6.** Resultado de la regresión logística binaria para tipo de agua y desprendimiento de mucosa.

		Variables en la Ecuación					95% C.I. para EXP(B)		
		B	Error estándar	Wald	gl	Sig.	Exp(B)	Inferior	Superior
Paso 1 <sup>a</sup>	TIPO.DE.AGUA			36,405	2	,000			
	TIPO.DE.AGUA(1)	3,505	,668	27,518	1	,000	33,292	8,986	123,347
	TIPO.DE.AGUA(2)	1,486	,686	4,686	1	,030	4,419	1,151	16,966
	Constante	-2,752	,595	21,350	1	,000	,064		







- *Ocurrencia de ronquido*

El modelo de regresión logística binaria  $\chi^2(2)=68,075$ ;  $p<,0005$ , explicó el 48,7% (Nagelkerke  $R^2$ ) de la varianza de la aparición de ronquido y clasificó correctamente el 78% de todos los casos. La sensibilidad fue del 97,2%, y la especificidad obtuvo un valor de 60,8%. El valor predictor positivo fue de 69% y el negativo de 96%.

Los pollos dotados de agua subterránea tuvieron una probabilidad de exhibir ronquidos 68,30 veces mayor que aquellos a los que se les asignó agua tratada. En el caso del agua superficial, se obtuvo una probabilidad de ocurrencia de ronquido 42,66 veces mayor en referencia al agua tratada (ver cuadro 4.9). Los resultados mostraron que el uso de agua superficial y subterránea aumentó el nivel de ocurrencia de ronquido en los pollos (gráfico 4.5). Vejarano *et al.* (2008) encontró que, en camas nuevas con fuentes de agua limpia y fresca, se redujo la aparición de bronquitis en pollos, y obtuvieron mejores resultados que con camas reutilizadas durante cinco años.

**Cuadro 4.9.** Resultado de la regresión logística binaria para tipo de agua y ocurrencia de ronquido.

		Variables en la Ecuación					95% C.I. para EXP(B)		
		B	Error estándar	Wald	gl	Sig.	Exp(B)	Inferior	Superior
Paso 1 <sup>a</sup>	TIPO.DE.AGUA			28,868	2	,000			
	TIPO.DE.AGUA(1)	4,224	,790	28,558	1	,000	68,308	14,509	321,578
	TIPO.DE.AGUA(2)	3,753	,780	23,185	1	,000	42,667	9,259	196,612
	Constante	-3,178	,722	19,392	1	,000	,042		



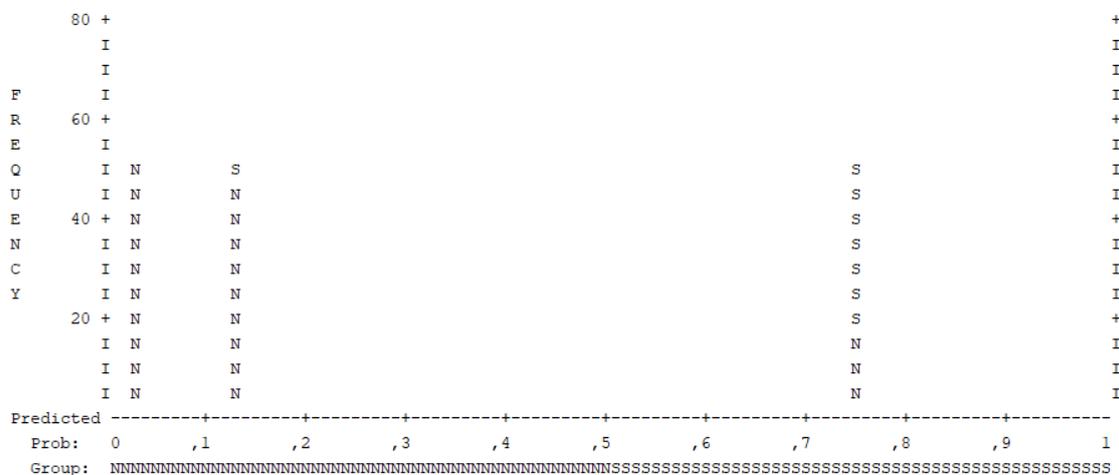
no tratada propone un aumento en el riesgo de desarrollo de mycoplasma en pollos de engorde.

**Cuadro 4.10.** Resultado de la regresión logística binaria para tipo de agua y ocurrencia de mycoplasma.

		Variables en la Ecuación					95% C.I. para EXP(B)		
		B	Error estándar	Wald	gl	Sig.	Exp(B)	Inferior	Superior
Paso 1 <sup>a</sup>	TIPO.DE.AGUA			45,179	2	,000			
	TIPO.DE.AGUA(1)	4,938	1,060	21,685	1	,000	139,462	17,453	1114,378
	TIPO.DE.AGUA(2)	1,899	1,100	2,982	1	,084	6,682	,774	57,695
	Constante	-3,892	1,010	14,843	1	,000	,020		

Step number: 1

Observed Groups and Predicted Probabilities



**Gráfico 4.6.** Grupos observados y probabilidades predichas para tipo de agua y ocurrencia de mycoplasma.

Esta enfermedad es provocada por la bacteria aerosaculitis (mycoplasma gallisepticum), ataca principalmente al sistema respiratorio, con capacidad para invadir el resto del organismo, provocando una enfermedad respiratoria crónica (Mejía, 2012). Este argumento se refleja en la necropsia realizada a los pollos abastecidos con agua superficial y subterránea, los cuales tuvieron presencia de aerosaculitis, generando así fuertes ronquidos en los pollos.

- *Ocurrencia de ascitis*

No se encontró significancia  $\chi^2(2)=1,088$ ;  $p>,05$  en la relación entre el tipo de agua usada y la presencia de ascitis en los pollos estudiados. Por lo tanto, se puede afirmar que la ocurrencia de ascitis no depende del tipo de agua utilizada (ver Cuadro 4.11).

**Cuadro 4.11.** Resultado de Chi-cuadrado para tipo de agua y ocurrencia de ascitis.

		<b>Pruebas ómnibus de coeficientes de modelo</b>		
		Chi-cuadrado	gl	Sig.
Paso 1	Paso	1,088	2	,580
	Bloque	1,088	2	,580
	Modelo	1,088	2	,580

### **4.3. ESTABLECIMIENTO DE UNA ALTERNATIVA DE SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA PARA EL ABASTECIMIENTO DE LA GRANJA AVÍCOLA "ZAMBRANO PONCE"**

De acuerdo a los resultados encontrados, se eligió como alternativa el diseño de un sistema de tratamiento de agua para el abastecimiento de la granja avícola "Zambrano Ponce". Para el sistema se consideró un caudal de  $5\text{m}^3/\text{día}$ , con un tiempo de bombeo de 10 horas. El agua proviene de una fuente subterránea ubicada en la propiedad y que actualmente cuenta con un sistema de bombeo de una bomba de 1HP, la misma que cuenta con un caudal de 0,6 a  $3\text{m}^3/\text{seg}$ , por lo cual no representa ningún problema, teniendo en cuenta que el caudal en segundos sería de 0,14L.

Considerando además los requerimientos de calidad de agua, se contará con las siguientes estructuras:

- Desarenador
- Filtros
- Sistema de osmosis inversa
- Luz UV

El sistema bombeará el agua del pozo hasta el reservorio R1, que actualmente está construido y en servicio, que almacena 3m<sup>3</sup>, luego por una tubería de PVC de 100mm, llegará hasta el desarenador donde el agua tendrá un tratamiento físico que la dejará libre de sólidos en suspensión. El siguiente paso del sistema será la filtración en la que se utilizaran distintos lechos filtrantes de grava, arena y antracita, el objetivo aquí es eliminar impurezas tales como los sólidos disueltos y minerales que pueden generar dureza en el agua.

El agua filtrada será conducida hasta el reservorio 2, cuyo volumen de almacenamiento es de 5m<sup>3</sup>, luego de esto será repartida para cada uno de los galpones, en los cuales habrá cámaras con sistemas de osmosis y luz ultra violeta, teniendo en cuenta que el tiempo de acción de la luz tiende a ser limitado, su ubicación en los galpones es vital.

### **Actividad 7. Dimensionamiento del desarenador para la planta**

#### **a) Determinación de la velocidad de sedimentación ( $V_s$ )**

Asumiendo que se presenta un régimen de flujo laminar  $Re < 1$  (ley de Stokes).

$$V_s = \frac{(S - 1) * g * d^2}{18 * \nu}$$

$$V_s = \frac{(2,65 - 1) * 9,81 * (0,0002)^2}{18 * (0,0000010105)}$$

$$V_s = 0,036 \frac{m}{s}$$

Número de Reynolds

$$R_e = \frac{V_s * d}{\nu}$$

$$R_e = \frac{0,036 * 0,0002}{0,0000010105}$$

$$R_e = 7,12$$

$Re > 1 \rightarrow$ Entonces no predomina flujo laminar

Asumiendo que predomina un régimen de flujo turbulento  $Re > 2000$  (ley de Newton).

$$V_s = \sqrt{2,66 * g * d * (S - 1)}$$

$$V_s = \sqrt{2,66 * 9,81 * 0,0002 * (2,65 - 1)}$$

$$V_s = 0,093 \frac{m}{s}$$

Número de Reynolds

$$R_e = \frac{V_s * d}{\nu}$$

$$R_e = \frac{0,093 * 0,0002}{0,0000010105}$$

$$R_e = 18,41$$

$Re < 2000 \rightarrow$ Entonces no predomina flujo turbulento

Por tanto, el régimen de flujo que predominará en el desarenador será de flujo en transición.

$$(i) \quad R_e = \frac{24}{R_e} + \frac{3}{\sqrt{R_e}} + 0,34$$

$$R_e = \frac{24(0,0000010105)}{V_s(0,0002)} + \frac{3}{\sqrt{\frac{V_s(0,0002)}{0,0000010105}}} + 0,34$$

Simplificando los términos en la ecuación (i) se obtiene el coeficiente de resistencia de las partículas ( $c_d$ ) en función de la velocidad de sedimentación ( $V_s$ ).

$$(ii) \quad c_d = \frac{0,12126}{V_s} + \frac{0,2132}{\sqrt{V_s}} + 0,34$$

La velocidad de sedimentación ( $V_s$ ) en función del coeficiente de resistencia de las partículas ( $c_d$ ).

$$(iii) \quad V_s = \sqrt{\frac{4 * g * d * (S - 1)}{3 * c_d}}$$

$$V_s = \sqrt{\frac{4(9,81)(0,0002)(2,65 - 1)}{3c_d}}$$

Simplificando la ecuación (iii) se obtiene:

$$(iv) \quad V_s = \sqrt{\frac{0,004316}{c_d}}$$

Igualando las ecuaciones (ii) y (iv), y realizando iteraciones para determinar la velocidad de sedimentación ( $V_s$ ) se obtiene el cuadro 4.12.

**Cuadro 4.12.** Velocidad de sedimentación para el desarenador del sistema de tratamiento de agua.

Asumiendo la $V_s$ (m/s)	$c_d = \frac{0,12126}{V_s} + \frac{0,2132}{\sqrt{V_s}} + 0,34$	$V_s = \sqrt{\frac{0,004316}{c_d}}$
1,000	0,674	0,0800
0,350	1,047	0,0642
0,0240	6,769	0,0253
0,0256	6,409	0,0260
0,0258	6,367	0,0260

Por tanto, la velocidad de sedimentación y el coeficiente de resistencia de las partículas en el desarenador son:

$$V_s = 0,026$$

$$c_d = 6,367$$

La velocidad crítica de arrastre ( $V_d$ ) se obtiene con la siguiente ecuación, donde la constante  $a = 44$  se obtiene del cuadro 4.12 para un diámetro de la partícula de  $d = 0,2$  cm.

$$V_d = a\sqrt{d}$$

$$V_d = 44\sqrt{0,2}$$

$$V_d = 19,68 \frac{\text{cm}}{\text{s}}$$

Por tanto:

$$V_h = V_d \frac{Q_{\text{max.}}}{A_{\text{transv.}}} \Rightarrow A_{\text{transv.}} = \frac{Q_{\text{max.}}}{V_d}$$

$$A_{\text{transv.}} = \frac{0,00014}{0,2}$$

$$A_{\text{transv.}} = 0,0007 \text{ m}^2$$

$$A_{\text{transv.}} = \frac{0,12}{0,2}$$

$$A_{\text{transv.}} = 0,6 \text{ m}^2$$

Por consiguiente, la sección transversal del desarenador tendrá un área de  $0,10\text{m}^2$ . Las dimensiones del desarenador consistirán en:

$$L = \frac{V_d \times h}{V_s - 0,04 \times V_d} = \frac{0,20h}{0,026 - (0,04)(0,20)} \Rightarrow L = 11,1h$$

En el cuadro 4.13 se muestran las dimensiones del desarenador.

**Cuadro 4.13.** Dimensiones del desarenador del sistema de tratamiento de agua para abastecimiento de la granja Zambrano Ponce.

Base del desarenador (B)	1m
Tirante del agua (h)	0,6m
Borde libre ( $h_0$ )	0,20m
Longitud del desarenador (L)	6,6m

La longitud de transición será para una mínima pérdida de carga ( $\alpha = 12^\circ 30'$ ):

$$l = \frac{B - B'}{2 \tan(\alpha)} < \frac{L}{3}$$

$$l = \frac{1 - 0,70}{2 \tan(12^\circ 30')}$$

$$l = 0,68\text{m} < \frac{L}{3} \Rightarrow \text{ok}$$

### b) Tiempo de retención hidráulica

Debe cumplirse que el periodo de retención ( $T_s$ ) debe ser menor al periodo de desplazamiento ( $T_d$ ).

$$T_s = \frac{h}{V_s}$$

$$T_s = \frac{0,6}{0,026}$$

$$T_s = 23,07\text{s}$$

$$T_d = \frac{L}{V_d}$$

$$T_s = \frac{11,24}{0,20}$$

$$T_s = 56,2s$$

Por tanto:

$$T_d > T_s \Rightarrow \text{ok}$$

En la figura 4.1 se muestra una representación gráfica del desarenador del sistema de tratamiento de agua para abastecimiento de la granja Zambrano Ponce, de acuerdo a las dimensiones calculadas.

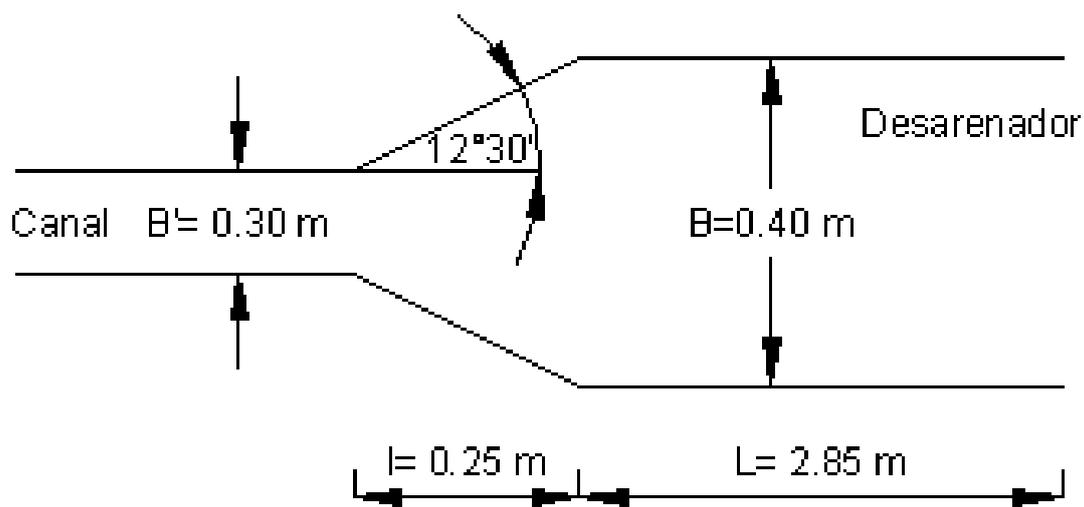


Figura 4.1. Representación gráfica del desarenador del sistema de tratamiento de agua para abastecimiento de la granja Zambrano Ponce.

### Actividad 8. Dimensionamiento del sistema de filtración

En la operación de filtración, se realiza la remoción de estas partículas que no se alcanzaron a remover en los procesos anteriores haciendo pasar el flujo a través de lechos de medios porosos en los cuales las partículas, por diferentes mecanismos, son retenidas y adheridas a estos. El filtro puede ser de un solo medio (arena o antracita), de medio dual (arena y antracita) o lechos mezclados. Tiene una profundidad convencional de 0,6m a 0,9m. El principal criterio que se tuvo en cuenta para el diseño del sistema de filtrado fue:

**Velocidad de filtración:** Este parámetro debe garantizar la eficiencia del proceso. Para el diseño se adoptó  $400\text{m}^3/(\text{m}^2.\text{día})$ .

**Numero de filtros:** Para el cálculo del número de filtros (N) se utilizó la ecuación empírica de Morrill y Wallace.

$$N = 0,44 * Q_d^{0,5}$$

Dónde:

N = Número de filtros

$$Q_d = \text{Caudal de filtración total} \left( \frac{\text{m}^3}{\text{día}} \right)$$

### CÁLCULOS:

#### a) Número de Filtros

$$N = 0,44 * Q_d^{0,5}$$

$$N = 0,44 * 5^{0,5} \frac{\text{m}^3}{\text{día}}$$

$$N = 0,983$$

El valor encontrado es insuficiente, ya que se debe tener en cuenta que, para el retrolavado y limpieza del mismo sistema, mínimo se debe contar con 2 filtros. Por lo cual adoptó el número mínimo recomendado.

#### b) Velocidad de Filtración

La tasa de filtración media es recomendada, se encuentra en un rango de 10 y  $40\text{m}^3 / \text{día}.\text{m}^2$ . El valor seleccionado es de  $10\text{m}^3 / \text{día}.\text{m}^2$ . Se calcula mediante la siguiente expresión:

$$Af = \frac{Q_d}{q}$$

Dónde:

$$Q_d: \text{Caudal de la planta} \left( \frac{\text{m}^3}{\text{día}} \right)$$

**q:** Velocidad de filtración  $\left(\frac{m^3}{día.m^2}\right)$

$$A_f = \frac{5 \frac{m^3}{día}}{10 \frac{m^3}{día.m^2}}$$

$$A_f = 0,5m^2$$

### c) Área Superficial para cada Filtro

$$A_s = \frac{A_{tf}}{N}$$

$$A_s = \frac{0,5 m^2}{2}$$

$$A_s = 0,25 m^2$$

### d) Diámetro de cada Filtro

$$D = \sqrt{\frac{4 \times A_s}{\pi}}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \times 0,25 m^2}{\pi}}$$

**D** = 0,56m adoptó un diámetro de 0,6m

**Cuadro 4.14.** Resumen de las dimensiones de los filtros del sistema de tratamiento de agua para abastecimiento de la granja Zambrano Ponce.

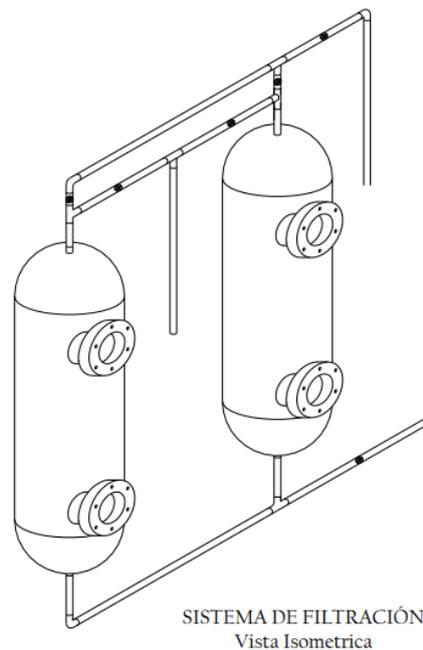
Parámetro	Unidades	Valor
Número de filtros	N	2
Velocidad de Filtrado	q	10 m <sup>3</sup> /día x m <sup>2</sup>
Área de cada filtro	A <sub>s</sub>	0,25m <sup>2</sup>
Diámetro de cada filtro	D	0,6m
Altura capa de grava	A <sub>cg</sub>	0,20m
Altura capa de arena	A <sub>ca</sub>	0,25m
Altura capa de antracita	A <sub>cn</sub>	0,35m
Altura de expansión del lecho filtrante	A <sub>ex</sub>	0,40m
Perdidas de energía al atravesar el medio filtrante	H <sub>fm</sub>	0,0001m
Altura total de cada filtro	H <sub>tf</sub>	1,7m

## TANQUE DE RETROLAVADO

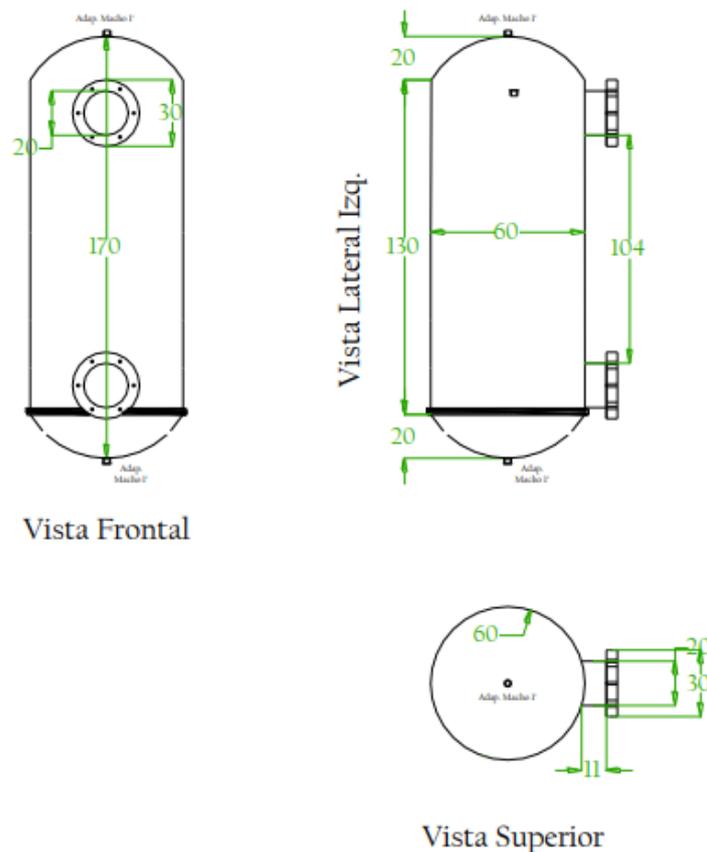
El tanque de retrolavado se diseña para que almacene un volumen de agua suficiente para efectuar la operación de retrolavado automático de los filtros.

**Cuadro 4.15.** Dimensionamiento del tanque de retrolavado del sistema de tratamiento de agua para abastecimiento de la granja Zambrano Ponce.

Parámetro		Valor
Tiempo de retención o de retrolavado automático	tr	14,87min
Volumen tanque de retrolavado	Vr	1,78m <sup>3</sup>
Largo superior tanque de retrolavado	Lsr	0,51m
Largo inferior tanque de retrolavado	Li	0,39m
Profundidad tanque de retrolavado	Hr	1,05m
Ancho tanque de retrolavado	Br	2,42m



**Figura 4.2.** Representación gráfica de una vista isométrica del tanque de retrolavado del sistema de tratamiento de agua para abastecimiento de la granja Zambrano Ponce.



**Figura 4.3.** Representación gráfica de una vista frontal del tanque de retrolavado del sistema de tratamiento de agua para abastecimiento de la granja Zambrano Ponce.

### 4.3.3. OSMOSIS INVERSA

La ósmosis inversa es una tecnología de purificación del agua que utiliza una membrana semipermeable para eliminar iones, moléculas y partículas más grandes en el agua potable. Para lograr la ósmosis inversa se aplica una presión para vencer la presión osmótica, que es una propiedad coligativa producida por diferencias de potencial químico del solvente, un parámetro termodinámico. La ósmosis inversa puede eliminar muchos tipos de elementos suspendidos en el agua, incluyendo bacterias, y está utilizada tanto en procesos industriales como para la producción de agua potable. El resultado es que la disolución es retenida del lado presurizado de la membrana y el solvente puro puede pasar al otro lado. Para lograr la «selectividad», esta membrana no debe dejar pasar iones o

moléculas grandes a través de sus poros (o agujeros), pero debe dejar pasar libremente componentes más pequeños de la solución (como las moléculas solventes).

En el proceso normal de ósmosis, el solvente se mueve naturalmente de un área de baja concentración de la disolución (alto potencial hídrico), a través de una membrana, hacia un área de alta concentración de la disolución (bajo potencial hídrico). La fuerza que ocasiona el movimiento del solvente es la reducción en la energía libre del sistema cuando la diferencia en la concentración del solvente en cualquiera de los lados de una membrana es reducido, generando presión osmótica debido a que el solvente se mueve a la solución más concentrada. La ósmosis inversa es la aplicación de una presión externa para invertir el flujo natural del solvente. El proceso es similar a otras aplicaciones de tecnología con membranas. Sin embargo, hay diferencias claves entre ósmosis inversa y filtrado. El mecanismo de extracción predominante en la filtración por membrana es la exclusión por tamaño, por lo que el proceso teóricamente puede conseguir siempre una eficacia perfecta independientemente de la presión y la concentración. La ósmosis inversa aplica difusión, haciendo que el proceso dependa de la presión, el índice de flujo y otras condiciones.

Si se aplica una presión en el lado de la solución concentrada, se conseguirá reducir su flujo en la membrana; pero si se incrementa dicha presión, el flujo de agua se remitirá. A este proceso se le denomina presión osmótica. Si se aplica más presión de lo esperada por la presión osmótica el agua pasará a una solución todavía menos concentrada. De esta forma, conseguirá atravesar la membrana al ser más diluida.

#### **Equipos calidad Farmacéutica y/o Alimentaria:**

	<b>Caudal Agua l/h</b>	
<b>SEF-OSMO 170</b>	170	4
<b>SEF-OSMO 300</b>	300	7
<b>SEF-OSMO 600</b>	600	14
<b>SEF-OSMO 1200</b>	1200	28
<b>SEF-OSMO 3000</b>	3000	70

Inversamente, si se aplica al sistema una presión superior a la osmótica y de sentido contrario, es el agua pura del lado de mayor concentración la que pasa hacia el de menor concentración.

Este fenómeno, que juega un papel fundamental en el metabolismo de todas las células vivas, puede utilizarse como método de desalinización o desmineralización, utilizando además medios muy simples.

Así, con equipos cuya sofisticación podemos incrementar en función de la calidad de agua requerida, o del tipo de controles que se desee aplicar, podemos obtener agua para riego a partir de aguas residuales, agua potable a partir de agua salobre o incluso marina, agua purificada a partir de agua de red potable, etc.

#### **4.3.4. LUZ ULTRAVIOLETA**

Los sistemas de tratamiento y desinfección de Agua mediante luz Ultra Violeta (UV), garantizan la eliminación de entre el 99,9% y el 99,99 de agentes patógenos. Para lograr este grado de efectividad casi absoluta mediante este procedimiento físico, es totalmente imprescindible que los procesos previos del agua eliminen de forma casi total cualquier turbiedad de la misma, ya que la Luz Ultravioleta debe poder atravesar perfectamente el flujo de agua a tratar.

Los Purificadores de Agua por Ultravioleta funcionan mediante la "radiación" o "iluminación" del flujo de agua con una o más lámparas de silicio cuarzo, con unas longitudes de onda de 200 a 300 nanómetros. Por lo tanto, el agua fluye sin detenerse por el interior de los purificadores, que contienen estas lámparas.

La luz UV no cambia las propiedades del agua o aire, es decir, no altera químicamente la estructura del fluido a tratado. Al contrario de las técnicas de desinfección química, que implican el manejo de sustancias peligrosas y reacciones que dan como resultado subproductos no deseados, la luz UV ofrece

un proceso de desinfección limpio, seguro, efectivo y comprobado a través de varias décadas de aplicaciones exitosas.

## **DISEÑO**

Es muy importante conocer que la efectividad de los Purificadores Ultravioleta depende de que cada molécula de agua reciba una dosis mínima de Luz Ultravioleta. Esta dosis será definida en función del uso que se le dé al agua tratada. Por lo tanto, jamás debe usarse un equipo de purificación para flujos o volúmenes de agua superiores a las indicadas por el fabricante. Es importante, así mismo, seguir las indicaciones del fabricante para la comprobación de su correcto funcionamiento, y los plazos para la sustitución de las lámparas, que garantizan su efectividad.

El diseño de un esterilizador ultravioleta tiene su base sobre como la dosis se entrega. Las lámparas individuales emiten una cantidad específica de energía ultravioleta y el flujo es un factor determinante por lo que no debe ser sobredimensionado. El tamaño de la cámara de reactor es también de importancia extrema dado que la intensidad disminuye por el cuadrado de la distancia después la lámpara.

La selección de la balastro debe coincidir con la corriente activa correcta de la lámpara dado que una pérdida en intensidad ocurrirá si la lámpara no es operada en el rendimiento correcto. Las balastras de estado sólido ofrecen las ventajas de temperaturas más frescas, requerimientos menores de espacio y menos peso, todo con la entrega uniforme de energía.

Los cartuchos de cuarzo resguardan el agua de la corriente de la lámpara, ofrecen temperaturas más uniformes y permiten una transmisión más alta de la energía. La variedad de aspectos opcionales que pueden proveerse en los esterilizadores, incluyen: dispositivos que controlan UV y miden el rendimiento real en 253,7 nm, controlando dispositivos que pararán la corriente de agua en caso de la falla del sistema, dispositivos de control de flujo para limitar adecuadamente la corriente de agua en las unidades, alarmas visuales y audibles (ambas locales y remotas) para advertir de fallas de lámpara,

dispositivos para controlar temperaturas excedentes en la cámara de reactor, y cronómetro para controlar el tiempo de operación de lámparas UV.

Para la implantación de un sistema de tratamiento de agua para la granja avícola es necesaria una inversión inicial de \$4000. Sin embargo, al existir la planta se ahorran \$900 dólares asociados a gastos de agua al año, es decir: 1000 litros de agua/día x \$2,5 los 1000 L x 30 días x 12 meses= \$900. Se prevé un tiempo de vida útil para la planta de 10 años, al cabo de ese tiempo se habrá recuperado la inversión de los \$4000 más el 18,31% (TIR) de ganancia, lo que lo convierte en viable para un período de 10 años. Cuando el TIR y VAN son mayores de 0, el proyecto es viable para el tiempo que se considere (ver cuadro 4.16)

**Cuadro 4.16.** TIR y VAN del sistema de tratamiento de agua para el abastecimiento de la granja avícola "Zambrano Ponce".

Período (Años)	Flujo de Fondos
0	-4000
1	900
2	900
3	900
4	900
5	900
6	900
7	900
8	900
9	900
10	900
TIR	18,31%
VAN	\$ 1,530.11

## **CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **5.1. CONCLUSIONES**

- Se encontró que el tipo de agua usada en el experimento influyó en la aparición de la mayoría de enfermedades aviares, excluyendo a la ascitis. El análisis de frecuencia muestra fuertes vínculos entre el tipo de agua usado y la presencia de enfermedades.
- El agua subterránea obtuvo la mayor probabilidad de relación con la ocurrencia de las enfermedades consideradas en esta investigación cuando se la comparó con el agua tratada. La aparición de ascitis no presentó un patrón de asociación con ningún tipo de agua utilizada.
- Como consecuencia de los vínculos encontrados entre el tipo de agua y la aparición de enfermedades comunes, se presentó la necesidad de diseñar un sistema de tratamiento de agua para abastecimiento de la granja avícola; ajustado a los requerimientos de calidad para este tipo de actividades. Se detalló un diseño de planta para un caudal de 5000L/día.

### **5.2. RECOMENDACIONES**

- No utilizar el agua subterránea y superficial del territorio en los procesos de abastecimiento para las aves de la granja Zambrano Ponce debido a que los parámetros de calidad no se encuentran ajustados a los límites contemplados en la normativa ambiental aplicable.
- Abastecer a las aves de la granja Zambrano Ponce con agua purificada ya que ésta permite que la salud de las aves sea óptima.
- Implementar el sistema de tratamiento de agua para abastecimiento de la granja avícola Zambrano Ponce.

## BIBLIOGRAFÍA

- Agrobit. (2012). Enfermedades del ganado aviar. (En línea). Consultado, 18 de jul. 2016. Formato digital. Disponible en: <http://www.agrobit.com>.
- Albeitar. (2013). Portal de veterinaria. (En línea). Consultado, 18 de jul. 2016. Formato digital. Disponible en: <http://albeitar.portalveterinaria.com/noticia/>
- Arce, J., Vasquez, C., Lopez, C., & Avila, E. (1989). Susceptibilidad de líneas comerciales del pollo de engorde al síndrome ascítico. In *Memorias XI Congreso Latinoamericano de Avicultura. Veterinaria Mexico, Mexico City, Mexico* (pp. 36-41).
- Arce, M. Ávila, G. López, C. (2002). Edad de reproductora pesada y peso del huevo sobre los parámetros productivos y la incidencia del síndrome ascítico en la progenie. *Téc Pec Mex.* 40(2): 149-155
- Argentina, P. (2011). Prowater. (En línea). Consultado, 19 de jul. 2016. Formato PDF. Disponible en: <http://www.prowaterargentina.com.ar/articulos/>
- Ball, R. Church, R. (2007). Water Quality Indexing and Scoring. *Journal of the Environmental Engineering Division. American Society of Civil Engineers.* 106: 757-771.
- Barradas. (2009). Calidad de agua para pollos. (En línea). Consultado, 23 de jul. 2016. Formato digital. Disponible en: <http://www.engormix.com>.
- Bellostas, A. (2009). Calidad del agua y su higienización: Efectos sobre la sanidad y productividad de las aves. In *ILVI Symp. Avicultura, Sec. Esp. WPSA, Zaragoza*.
- Bellot, P. (2004). Síndromes en aves. (En línea). Consultado, 18 de jul. 2016. Formato PDF. Disponible en: <http://www.elsevierinstituciones.com>
- Bermeo, A. (2005). Agua-Saneamiento-.Asentamientos. Ecuador: Ministerio de Ambiente.
- Brown, R. McClelland, N. Deininger, R. Tozer, R. (2000). A Water Quality Index-Do We Dare. *Water and Sewage Works.* 339-343.
- Carraro. (2013). Calidad del agua para el consumo animal. (En línea). Consultado, 22 de jul. 2016. Formato PDF. Disponible en: <http://www.calidad-del-agua.com>
- Carta del agua ONU. 1968. Carta del agua. Consejo de Europa.
- Casma, J. (2015). América Latina: la región con más agua, la más castigada por la sed. *El país Internacional*.
- Castelló, J. (2007). Manual de Control de Pesos de Pollos Broilers. (En línea). Consultado, 8 de sep. 2017. Formato PDF. Disponible en: <http://seleccionesavicolas.com/>
- Castillo, L. (2014). El fenómeno mágico de la ósmosis. *SBN.* 16: 52-63
- Castillo, Y. (2015). Centro de Estudios Ambientales. Chile: Universidad Austral de Chile.

- CDB. (2010). Guía de buenas prácticas: Agua potable, diversidad biológica y desarrollo. Convention on Wetlands.
- Celo, C. (2006). Fundamentos de potabilización. Argentina.
- Chain, L. (2009). Alimentación de las aves. Universidad Autónoma de Chapingo 1a ed. st. Montecillo, México.
- Chinivasagam, H. N., Estella, W., Rodrigues, H., Mayer, D. G., Weyand, C., Tran, T., ... & Diallo, I. (2016). On-farm Campylobacter and Escherichia coli in commercial broiler chickens: Re-used bedding does not influence Campylobacter emergence and levels across sequential farming cycles. *Poultry science*, 95(5), 1105-1115.
- Commission for Environmental Cooperation. (2009). El mosaico de América del Norte: panorama de los problemas ambientales más relevantes-Calidad del agua.
- Cortés, C. Estrada, C. Ávila, G. (2006). Productividad y mortalidad por síndrome ascítico en pollos de engorda alimentados con dietas granuladas o en harina. *Técnica pecuaria en México*, 44(2), 241-246
- Damron, B. Sloan, D. García, J. (2007). Nutrición para pequeñas parvadas de pollos. (En línea). Consultado, 23 de ago. 2017. Formato PDF. Disponible en: <http://edis.ifas.ufl.edu>.
- Del Pino, R. (2004). Improving Feed Conversion in Broilers: A Guide for Growers. Vest, Extension Poultry Scientists. (En línea). Consultado, 22 ago. 2017. Formato PDF. Disponible en: <http://www.geocities.com>.
- Díaz, S. (2002). Agua en Latinoamérica. (En línea). Consultado, 22 de jul. 2016. Formato PDF. Disponible en: <http://www.agualatinoamerica.com/>
- DIPRODAL. (2008). Principales enfermedades de las aves. (En línea). Consultado, 18 de jul. 2016. Formato PDF. Disponible en: <http://www.avicolametrenco.com>.
- Dominguez, J. P., Paasch, L. H., & Barrios, R. (1990). Estudio histopatológico y ultraestructural del pulmón de polio de engorda con síndrome ascítico. *Veterinaria México*, 21, 29-33.
- Duques, J. (2015). Planificación de la producción agrícola. Tesis de grado. Quito, Ecuador.
- Etienne, G. (2009). Potabilización y Tratamiento de aguas diseño con Excel. Potabilización y Tratamiento de aguas diseño con Excel. Estados Unidos. 65-66.
- Faus, C. (2008). Problemas relacionados con micoplasmosis en avicultura. *Selecciones Avícolas*.
- Febles, M. (2008). Vinaza de destilería una alternativa para la producción de pollos de engorde. Centro: Instituto de Ciencia Animal. Municipio: San José de las Lajas, La Habana, Cuba.
- Fenavi. (2016). Boletín Informativo - Calidad del agua. Bogotá.

- Gimferrer, N. (2009). Potabilización del agua como garantía de inocuidad. (En línea). Consultado, 23 de jul. 2016. Formato PDF. Disponible en: <http://www.consumer.es>.
- Giner, A. (2010). La colibacilosis y septicemia en pollos de engorde y aves de larga vida. (En línea). Consultado, 8 de sep. 2017. Formato PDF. Disponible en: <https://avicultura.info/colibacilosis-septicemia-estrategias-para-un-mejor-control/>
- González, M. Sánchez, A. Merck, C. (2005). Manual de veterinaria. Centrum. Tercera edición.
- Hatcher, L. (2013). *Advanced statistics in research: Reading, understanding, and writing up data analysis results*. ShadowFinch Media, LLC.
- Hourie, J. (2007). Guía práctica de enfermedades más comunes en aves de corral (ponedoras y pollos). (En línea). Consultado, 18 de jul. 2016. Formato PDF. Disponible en: <http://www.produccion-animal.com>.
- ICA (Instituto de Ciencia Animal). (2009). Planta de balanceados. Formulación de las raciones para pollos de engorde.
- Iglesias, E. (2015). Cambio climático y calentamiento social. UITA, versión digital.
- Jiménez, M. A., & Vélez, M. V. (2006). Análisis comparativo de indicadores de la calidad de agua superficial. *Avances en recursos hidráulicos*, 14:53-69.
- Leeson, S. (2007). Programas de alimentación para ponedoras y broilers. (En línea). Consultado, 22 de ago. 2017. Formato PDF. Disponible en: <http://www.etsia.upm.es>.
- Lenntech, A. (2006). Agua residual & purificación del aire. Delft, Holanda: Rotterdamseweg.
- López, C. Arce, M. Ávila, G. Vázquez, P. (2003). Patogenia del síndrome ascítico. Memorias XI Congreso Latinoamericano de Avicultura. San José-Costa Rica. 221-250.
- Lozada, P. T., Vélez, C. H. C., & Patino, P. (2009). Índices de calidad de agua en fuentes superficiales utilizadas en la producción de agua para consumo humano. Una revisión crítica. *Revista de Ingenierías: Universidad de Medellín*, 8(15), 3.
- Macías, L. (2014). Borrador del estudio de impacto ambiental del plan maestro Hidrosanitario y pluvial para la ciudad de Chone, Cantón Chone, Provincia de Manabí. (En línea). Consultado, 21 de jul. 2016. Formato PDF. Disponible en: [www.ecuadorestrategicoep.gob.ec](http://www.ecuadorestrategicoep.gob.ec).
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería). (2006). La avicultura en el Ecuador. Quito, Ecuador.
- MAGAP (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca). (2015). Guía avícola. (En línea). Consultado, 22 de jul. 2016. Formato PDF. Disponible en: <http://www.agrocalidad.gob.ec>.

- Maldonado, A. (2016). Manejo del agua en granjas avícolas. (En línea). Consultado, 22 de jul. 2016. Formato PDF. Disponible en: <http://www.wattagnet.com>.
- Maya. (2009). La calidad de agua en la producción de aves. (En línea). Consultado, 23 de jul. 2016. Formato digital. Disponible en: <http://www.engormix.com/>
- Maynez, A. A., Avalos, M., & Silvestre, M. (2007). Colibacilosis aviar.
- Mejía, B. (2012). Mycoplasma gallisepticum: aerosaculitis. (En línea). Consultado, 8 de sep. 2017. Formato digital. Disponible en: <http://patologiaaviarmidiagnostico.blogspot.com>.
- Merino, A. (2008). Avances en la Histopatología de la Enfermedad Infecciosa de la Bolsa de Fabricio. *Revista Cubana de Ciencia Avícola*.
- NUTRIL. (2004). Manual Práctico de Crianza de Aves. Guayaquil, Ecuador. Editorial Nutril. 6-14
- OMS (Organización Mundial de la Salud). (2004). Tratamientos de agua. (En línea). Consultado, 19 de jul. 2016. Formato PDF. Disponible en: <http://www.bvsde.paho.org/bvsatr/fulltext/operacion/>
- OMS (Organización Mundial de la Salud). (2006). Introducción. En Guías para la calidad del agua potable. Suiza. Ediciones OMES. 27: 11-26
- OMS (Organización Mundial de la Salud). (2010). Agua, saneamiento y salud. (En línea). Consultado el 23 de jul. 2016. Formato digital. Disponible en: [http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/dwq/es](http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/es)
- OPS (Organización Panamericana de la Salud). (2011). Guía para el mejoramiento de la calidad del agua. (En línea). Consultado, 23 de jul. Formato PDF. Disponible en: <http://www.bvsde.paho.org/>
- Orellana, J. (2005). Ingeniería Sanitaria. Orellana. 1-2
- Organización Panamericana de la Salud. (2001). Desigualdades en el acceso, uso y gasto con el agua potable en América Latina y el Caribe. Washington, DC.
- Ortega, J. (2001). Superación Sanitaria y Ambiental: El reto. La ósmosis inversa como proceso de potabilización en España. 2-3
- PAHO. (2004). Desinfección de agua. (En línea). Consultado, 20 de jul. 2016. Formato PDF. Disponible en: <http://www.bvsde.paho.org/>
- Palazón, M. (2008). Enfermedades en granjas avícolas. (En línea). Consultado, 18 de jul. 2016. Formato PDF. Disponible en: <http://www.redalyc.org>
- Pykh, Y. A., Kennedy, E. T., & Grant, W. E. (2000). An overview of systems analysis methods in delineating environmental quality indices. *Ecological Modelling*, 130(1-3), 25-38.
- Rahman, Z. (2003). Water Quality Management. Department of Environment Malasya.

- Revidatti, F. A., Fernandez, R. J., Terraes, J. C., Sandoval, G. L., & de Luchi, P. E. (2016). Modificaciones del peso corporal e indicadores de estrés en pollos parrilleros sometidos a inmovilización y volteo. *Revista Veterinaria*, 12(1 y 2), 11-14.
- Rodríguez, E. (2013). Ascitis aviar. (En línea). Consultado, 20 de jul. 2016. Formato PDF. Disponible en: <http://ascitisaviar.blogspot.com>
- Rubio, J. (2005). Suministro de agua de calidad en las granjas de broilers. *Valladolid. (En línea)*. Consultado, 29 de sep. 2017. Formato PDF. Disponible en: [www.wpsa-aeca.es](http://www.wpsa-aeca.es).
- Sánchez Ortiz, I. A., & Matsumoto, T. (2012). Evaluación del desempeño de la planta de tratamiento de aguas residuales urbanas de ILHA Solteira (SP) por lagunas facultativas primarias. *Ingeniería y Desarrollo*, 30(2).
- Vejarano, R., del Pilar, M., Reyna, S., & Casas, A. (2008). Comparación productiva de pollos de carne criados en camas nuevas vs. Cama reutilizada por cinco campañas. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 19(2), 126-133.
- Verduzco, G. G., Cuevas, A. C., Coello, C. L., Menocal, J. A., Pelaez, C. V., & González, E. A. (2009). Comportamiento productivo y respuesta inmune de pollos alimentados con dietas sorgo-soya con y sin aflatoxina y paredes celulares de levadura (*Saccharomyces cerevisiae*). *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 47(3), 285-297.
- Vinueza, C. (2009). Observación de algunos parámetros en la cría de pollos Broilers en la granja "Avícola de la Sierra". (En línea). Consultado, 22 de ago. 2017. Formato PDF. Disponible en: <http://www.ilustrados.com>.
- Wright, C. (2015). Sistemas avícolas. (En línea). Consultado, 24 de jul. 2016. Formato PDF. Disponible en: <http://www.contraplagas.com/images/archivos/conductos>.
- Zavala, G. (2012). El clostridium, las coccidias y la salmonella desafían a los avicultores que producen pollo de engorde sin antibióticos. (En línea). Consultado, 8 de sep. 2017. Formato digital. Disponible en: <http://www.thepoultrysite.com/>

# **ANEXOS**

## ANEXO 1. Peso de los pollos en gramos (gr)

SEMANAS	Agua superficial	Agua subterránea	Agua purificada
0	46	51	48
0	40	47	53
0	50	49	56
0	54	49	53
0	56	60	53
0	52	49	53
0	51	45	49
0	48	51	55
0	53	60	55
0	45	51	55
1	272	307	279
1	264	270	302
1	309	281	315
1	261	276	309
1	282	260	266
1	292	265	299
1	259	290	283
1	259	239	341
1	293	322	320
1	250	268	292
2	607	523	561
2	289	499	581
2	441	492	503
2	538	541	489
2	577	459	516
2	458	593	450
2	499	535	572
2	570	503	528
2	538	521	476
2	496	471	488
3	908,5	782,5	838,0
3	430,5	748,5	870,5
3	660,1	736,0	738,0
3	807,0	809,0	733,5
3	863,5	670,5	768,0
3	687,0	880,6	673,0
3	748,0	802,5	858,0
3	855,0	754,5	790,0
3	807,0	780,3	714,0
3	744,0	706,5	732,0
4	1211,3	1043,3	1117,3
4	574,0	998,0	1160,7
4	880,1	981,3	984,0
4	1076,0	1078,7	978,0
4	1151,3	894,0	1024,0
4	916,0	1174,1	897,3
4	997,3	1070,0	1144,0
4	1140,0	1006,0	1053,3
4	1076,0	1040,4	952,0
4	992,0	942,0	976,0

## ANEXO 2. Factura de pago por análisis físico-químicos y microbiológicos de los tipos de agua del tratamiento



UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABI

UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABI

Dirección Matriz: CDLA. UNIVERSITARIA, VIA SAN MATEO S/N

Dirección Sucursal: CDLA. UNIVERSITARIA, VIA SAN MATEO S/N

Contribuyente Especial Nro 5016  
OBLIGADO A LLEVAR CONTABILIDAD SI

R.U.C.: 1360002170001

## FACTURA

No. 026-002-000000899

NÚMERO DE AUTORIZACIÓN

1303201701202600200000089913600021702

FECHA Y HORA DE AUTORIZACIÓN 2017-03-13T09:47:29-05:00

AMBIENTE: PRODUCCION

EMISIÓN: NORMAL

CLAVE DE ACCESO



1303201701136000217000120260020000008991234567812

Razón Social / Nombres y Apellidos: ZAMBRANO PONCE JAVIER

Identificación: 1313731323

Fecha Emisión: 13/03/2017

Guía Remisión:

Cod. Principal	Cod. Auxiliar	Cant	Descripción	Detalle Adicional	Detalle Adicional	Detalle Adicional	Precio Unitario	Descuento	Precio Total
9		3	COLIFORMES TOTALES				12.00	0	36.00
8		3	COLIFORMES FECALES				12.00	0	36.00

## Información Adicional

Dirección: CALCETA  
 Teléfono: 000000000  
 Email: javierzambrano94@hotmail.com  
 Producto Analizado: Agua subterránea, agua superficial y agua tratada  
 Observación: COMPENSACION SOLIDARIA 2%

SUBTOTAL 12%	72.00
SUBTOTAL 0%	0
SUBTOTAL No objeto de IVA	0
SUBTOTAL Exento de IVA	0
SUBTOTAL SIN IMPUESTOS	72.00
TOTAL Descuento	0
ICE	0
IVA 12%	8.64
IRBPNR	0
PROPINA	0.00
VALOR TOTAL	80.64

## ANEXO 3. Resultados de los análisis físico-químicos y microbiológicos de los tipos de agua del tratamiento



**UNIVERSIDAD LAICA "ELOY ALFARO" DE MANABÍ**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**  
**CENTRO DE SERVICIOS PARA EL CONTROL DE LA CALIDAD**  
**"CE.SE.C.C.A."**

## INFORME DE LABORATORIO

IE/CESECCA/48146

<b>CLIENTE:</b>	SR. JAVIER ZAMBRANO PONCE	<b>FECHA MUESTREO:</b>	N/A
<b>ATENCIÓN:</b>	SR. JAVIER ZAMBRANO PONCE	<b>FECHA DE INGRESO:</b>	10/03/2017
<b>DIRECCIÓN:</b>	CALCETA	<b>FECHA INICIO DE ENSAYO:</b>	13/03/2017
<b>ESPECIE:</b>	N/A	<b>FECHA FINALIZACIÓN ENSAYO:</b>	16/03/2017
<b>TIPO DE ENVASE:</b>	FRASCO DE PLASTICO	<b>FECHA EMISION RESULTADOS:</b>	16/03/2017
<b>No. CAJAS:</b>	N/A	<b>FACTURA:</b>	026-002-899
<b>UNIDADES/PESO:</b>	2/500ml	<b>ORDEN:</b>	48146
<b>MARCA:</b>	N/A	<b>PAIS DE DESTINO:</b>	N/A
<b>TIPO DE PRODUCTO:</b>	AGUA SUPERFICIAL (RIO)		

ENSAYO	LOTE	UNIDADES	RESULTADOS	INCERTIDUMBRE Expandida (k=2)	LIMITES	MÉTODO
COLIFORMES TOTALES	NO APLICA	NMP/100ml	17.0	-	-	PEE/CESECCAM/23 Método de Referencia BAM CAP 04 FDA
COLIFORMES FECALES		NMP/100ml	17.0	-	-	PEE/CESECCAM/24 Método de Referencia BAM CAP 04 FDA

## Observaciones:

Muestreo realizado Por:  El cliente ( X )  El Laboratorio ( )

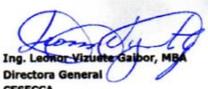
Nota 1 Los resultados reportados corresponden unicamente a la(s) muestra(s) analizada(s) en el laboratorio. Este reporte no debe ser reproducido total o parcialmente, excepto con la aprobación escrita del laboratorio.

N/A: No aplica

ND: No detectable

  
 Bigo. Arturo Zavala Murillo  
 Jefe Técnico de Laboratorio  
 CESECCA



  
 Ing. Leonor Vizcaino Galbar, MBA  
 Directora General  
 CESECCA

U.L.E.A.M

DIR: Cda. Universitaria Km. 1 Via Manta- San Mateo • Telf: 593-05-2629053 /2678211/ 2678243

MC2201-12

E- mail: [man@cesecca@yahoo.com](mailto:man@cesecca@yahoo.com)  
 Manta - Manabi - Ecuador

Página 1 de 1



**UNIVERSIDAD LAICA "ELOY ALFARO" DE MANABÍ**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**  
**CENTRO DE SERVICIOS PARA EL CONTROL DE LA CALIDAD**  
**"CE.SE.C.C.A."**

**INFORME DE LABORATORIO**

IE/CESECCA/48147

<b>CLIENTE:</b>	SR. JAVIER ZAMBRANO PONCE	<b>FECHA MUESTREO:</b>	N/A
<b>ATENCIÓN:</b>	SR. JAVIER ZAMBRANO PONCE	<b>FECHA DE INGRESO:</b>	10/03/2017
<b>DIRECCIÓN:</b>	CALCETA	<b>FECHA INICIO DE ENSAYO:</b>	13/03/2017
<b>ESPECIE:</b>	N/A	<b>FECHA FINALIZACIÓN ENSAYO:</b>	15/03/2017
<b>TIPO DE ENVASE:</b>	FRASCO DE PLASTICO	<b>FECHA EMISIÓN RESULTADOS:</b>	15/03/2017
<b>No. CAJAS:</b>	N/A	<b>FACTURA:</b>	026-002-899
<b>UNIDADES/PESO:</b>	2/500ml	<b>ORDEN:</b>	48147
<b>MARCA:</b>	N/A	<b>PAIS DE DESTINO:</b>	N/A
<b>TIPO DE PRODUCTO:</b>	AGUA SUBTERRANEA (POZO)		

ENSAYO	LOTE	UNIDADES	RESULTADOS	INCERTIDUMBRE Expandida (k=2)	LIMITES	MÉTODO
COLIFORMES TOTALES	NO APLICA	NMP/100ml	<1.8	-	-	PEE/CESECCA/M/23 Método de Referencia BAM CAP 04 FDA
COLIFORMES FECALES		NMP/100ml	<1.8	-	-	PEE/CESECCA/M/24 Método de Referencia BAM CAP 04 FDA

**Observaciones:**

Muestreo realizado Por:  El cliente ( X )  El Laboratorio ( )

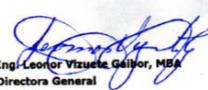
Nota 1 Los resultados reportados corresponden unicamente a la(s) muestra(s) analizada(s) en el laboratorio. Este reporte no debe ser reproducido total o parcialmente, excepto con la aprobación escrita del laboratorio.

N/A: No aplica

ND: No detectable

  
 Bigo. Arturo Zavala Murillo  
 Jefe Técnico de Laboratorio  
 CESECCA



  
 Ing. Leonor Vizuela Gallo, MBA  
 Directora General  
 CESECCA

DIR: Cdla. Universitaria Km. 1 Via Manta- San Mateo • Telf:593-05-2629053 /2678211/ 2678243

MC2201-12

E-mail: [lean@cesecca@yahoo.com](mailto:lean@cesecca@yahoo.com)

Página 1 de 1

Manta - Manabí - Ecuador



**UNIVERSIDAD LAICA "ELOY ALFARO" DE MANABÍ**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**  
**CENTRO DE SERVICIOS PARA EL CONTROL DE LA CALIDAD**  
**"CE.SE.C.CA."**

**INFORME DE LABORATORIO**

IE/CESECCA/48148

<b>CLIENTE:</b>	SR. JAVIER ZAMBRANO PONCE	<b>FECHA MUESTREO:</b>	N/A
<b>ATENCIÓN:</b>	SR. JAVIER ZAMBRANO PONCE	<b>FECHA DE INGRESO:</b>	10/03/2017
<b>DIRECCIÓN:</b>	CALCETA	<b>FECHA INICIO DE ENSAYO:</b>	13/03/2017
<b>ESPECIE:</b>	N/A	<b>FECHA FINALIZACION ENSAYO:</b>	15/03/2017
<b>TIPO DE ENVASE:</b>	FRASCO DE PLASTICO	<b>FECHA EMISION RESULTADOS:</b>	15/03/2017
<b>No. CAJAS:</b>	N/A	<b>FACTURA:</b>	026-002-899
<b>UNIDADES/PESO:</b>	2/500ml	<b>ORDEN:</b>	48148
<b>MARCA:</b>	N/A	<b>PAIS DE DESTINO:</b>	N/A
<b>TIPO DE PRODUCTO:</b>	AGUA TRATADA		

ENSAYO	LOTE	UNIDADES	RESULTADOS	INCERTIDUMBRE Expandida (k=2)	LIMITES	MÉTODO
COLIFORMES TOTALES	NO APLICA	NMP/100ml	<1.8	-	-	PEE/CESECCA/M/23 Método de Referencia BAM CAP 04 FDA
COLIFORMES FECALES		NMP/100ml	<1.8	-	-	PEE/CESECCA/M/24 Método de Referencia BAM CAP 04 FDA

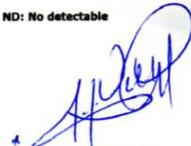
**Observaciones:**

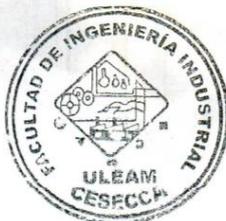
Muestreo realizado Por:  El cliente ( X )  El Laboratorio ( )

**Nota 1** Los resultados reportados corresponden unicamente a la(s) muestra(s) analizada(s) en el laboratorio. Este reporte no debe ser reproducido total o parcialmente, excepto con la aprobación escrita del laboratorio.

N/A: No aplica

ND: No detectable

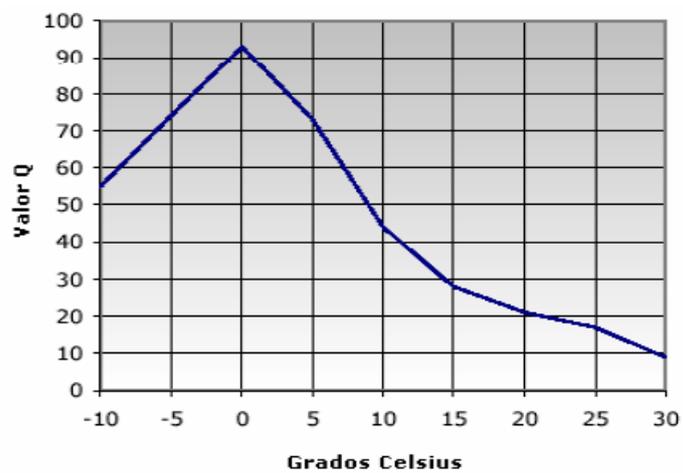
  
 Bgo. Arturo Zavala Murillo  
 Jefe Técnico de Laboratorio  
 CESECCA



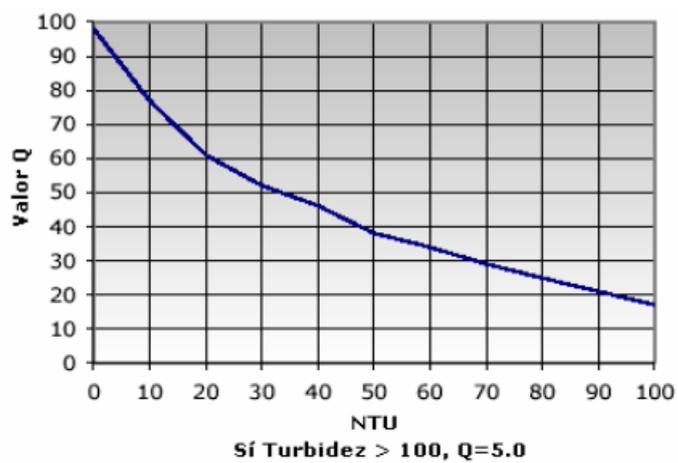
  
 Ing. Leonor Viquez Gallo, MBA  
 Directora General  
 CESECCA

U.L.E.A.M

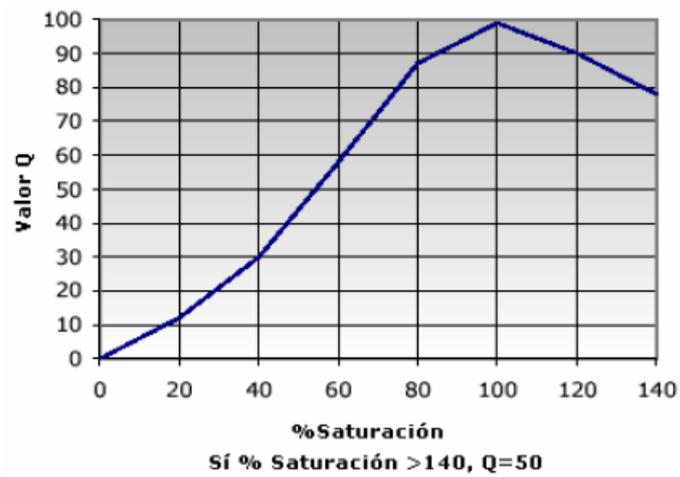
**ANEXO 4.** Gráficos referenciales del ICA-NSF para diferentes parámetros físico-químicos y microbiológicos del agua



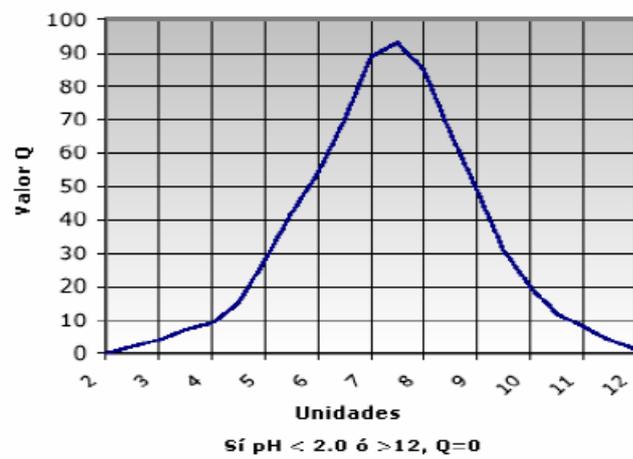
**A.** Función de calidad de Temperatura °C.



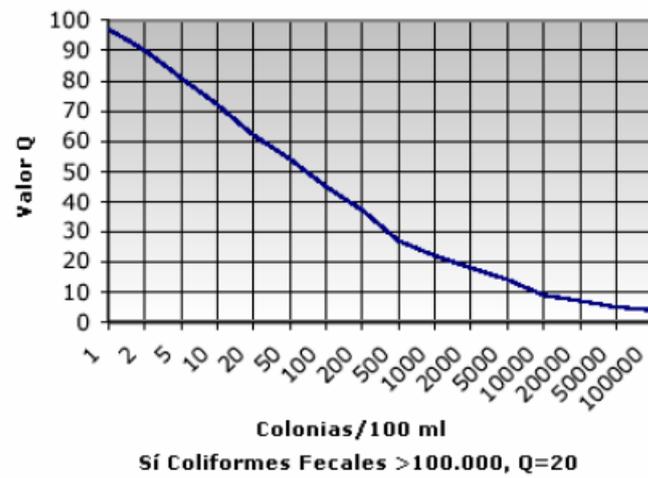
**B.** Función de calidad NSF de turbidez



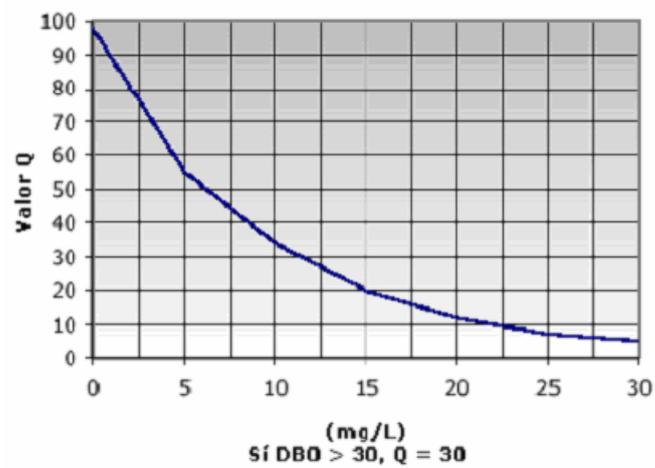
C. Función de calidad NSF de % de saturación de oxígeno disuelto.



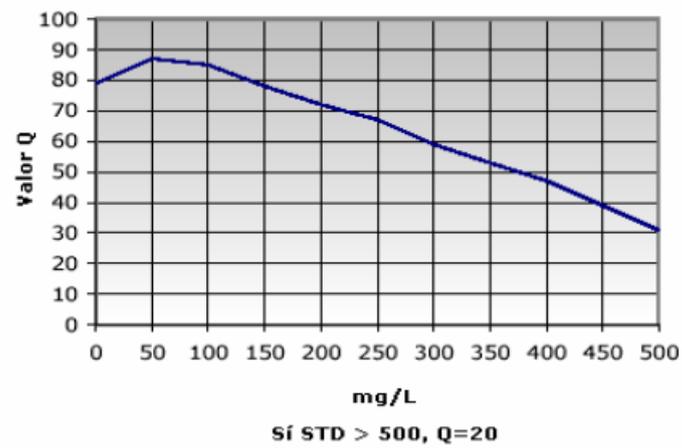
D. Función de calidad NSF de Potencial de hidrógeno (pH).



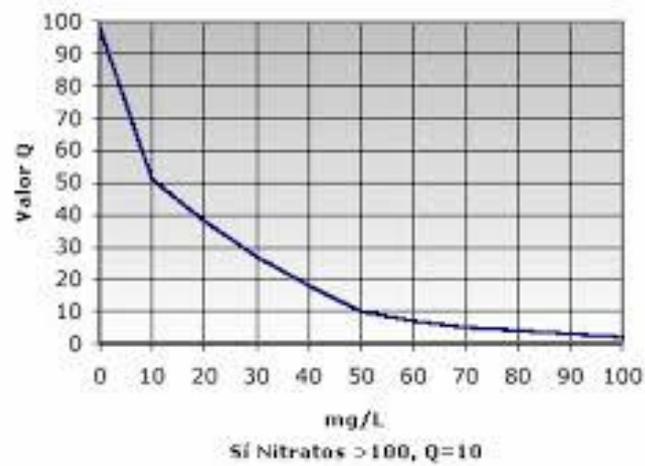
**E.** Función de calidad NSF de Coliformes fecales.



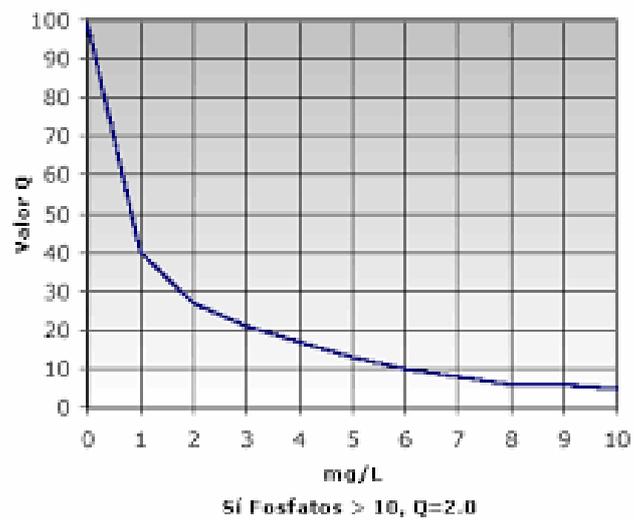
**F.** Función de calidad NSF de Demanda bioquímica de oxígeno.



**G.** Función de calidad NSF de Sólidos disueltos.



**H.** Función de calidad NSF de Nitratos



### I. Función de calidad NSF de Fosfatos