



**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA**

TESIS

**CALIDAD MICROBIOLÓGICA DEL AGUA EN TRES GRANJAS
DE *Coturnix* spp. PROVINCIA DE
TRUJILLO, PERÚ – 2015**

LISBET EVELYN CULQUICHICÓN JAVE

Trujillo - 2016

DEDICATORIA

A DIOS

A Dios por estar conmigo en cada paso que doy y permitirme culminar mi carrera.

A MIS PADRES

A mis Padres, Arcadio y Marita, por su confianza y ayuda durante este periodo de mi vida. Por brindarme los medios necesarios para continuar mi formación como profesional y siendo un apoyo incondicional.

A MIS HERMANAS

Cintya y Sheyla ya que me brindan alegría y me dan fortaleza para seguir adelante.

A MIS ABUELOS

Andrés, Peregrina, Enemesio que desde el cielo velan por mí y guían mi camino. A Leonor, por su amor y sabios consejos.

A MI ENAMORADO

Julio Guzmán, que me brindó todo su apoyo, comprensión y amor.

A MIS AMIGOS

Astrid, Paola, Duddley, Vanessa, Zoila, Mariela, Heidi, Juan José, Eddy, Kevin, quienes me dieron ánimo para terminar con éxito esta tesis, por comprenderme y estar siempre en los momentos que más los necesito.

El Autor

AGRADECIMIENTO

A los dueños de las granjas de codornices por brindarme la confianza de ingresar a su propiedad y poder desarrollar con éxito la tesis.

Al M.V. Shuber Jara Acuña por su ayuda incondicional en la redacción y desarrollo de esta tesis.

Al MsC. Biólogo – Microbiólogo Elmo Saucedá Amaya por la ayuda brindada en el análisis de las evaluaciones realizadas.

A mis maestros, Dr. Juan Donayre Córdova, Dr. Raúl Santivañez Vivanco, Dra. María Díaz Pinillos, Dr. Hugo Saavedra Sarmiento, Dr. Federico Córdova Chonta, Dr. Luis Cabrera Llaque, MsC. Wilson Cacho Ordoñez, Gilmar Mendoza Ordoñez, por su apoyo así como por la sabiduría que me transmitieron en el desarrollo de mi formación profesional. En especial al Dr. Hugo Saavedra Sarmiento, por haber guiado el desarrollo de este trabajo y llegar a la culminación del mismo, por la colaboración, paciencia, apoyo y sobre todo por esa gran amistad que me brindó y me brinda.

RESUMEN

La presente investigación se realizó en tres granjas de *Coturnix* spp. del sector Virgen del socorro y los Huertos, distrito La Esperanza, provincia Trujillo, departamento La Libertad; con el objetivo de evaluar la calidad microbiológica del agua usada en la crianza de estas aves. Se evaluaron tres granjas las cuáles fueron seleccionadas por un muestreo aleatorio simple, de las cuales se obtuvo 27 muestras de agua que permitió evaluar la calidad microbiológica del agua. Se realizaron tres muestreos con un intervalo de veintiún días entre cada monitoreo obteniéndose en Coliformes totales para la granja 1: 246 NMP/100ml, granja 2: 31.6 NMP/100ml y granja 3: 21.3 NMP/ml; Coliformes termotolerantes para la granja 1: 148.2 NMP/ml, granja 2: 5.2 NMP/ml y granja 3: 2.4 NMP/ml; *Escherichia coli* para la granja 1: 123.3NMP/ml, granja 2: 1.9 NMP/ml y granja 3: 2.1 NMP/ml; y huevos de helmintos: 0 huevos/litro en las tres granjas evaluadas. Con los resultados obtenidos se concluye que de las tres granjas evaluadas solo la granja 2 y la granja 3 cumplen con todos los parámetros de calidad microbiológica para agua de bebida de animales presentados en el Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM.

Palabras claves: Calidad microbiológica del agua, *Coturnix* spp.

ABSTRACT

This research was conducted in three farms of *Coturnix* spp. from the sector Virgen del Socorro and Los Huertos, district La Esperanza, province of Trujillo, department of La Libertad; in order to assess the microbiological quality of water used in breeding these birds. Three farms which were selected by simple random sampling were evaluated. 27 water samples that allowed us to evaluate the microbiological quality of water was obtained. We performed three samples with twenty one days interval between each monitoring obtaining in Total coliforms for the farm 1: 246NMP / 100ml, farm 2: 31.6NMP / 100ml and farm 3: 21.3NMP / ml; Thermotolerant coliforms for the farm 1: 148.2NMP / ml, farm 2: 5.2NMP / ml and farm 3: 2.4NMP / ml; *Escherichia coli* for the farm 1: 123.3NMP / ml, farm 2: 1.9NMP / ml and farm 3: 2.1NMP / ml; and helminth eggs: 0huevos / liter on the three farms evaluated. With the obtained results we concluded that within the three farms evaluated only the farm 2 and 3 fulfill all microbiological quality parameters for drinking water of animals presented in the D.S.015-2015-MINAM.

Keywords: Microbiological quality of water, *Coturnix* spp.

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO.....	ii
RESUMEN.....	iii
ABSTRACT.....	iv
INTRODUCCIÓN.....	1
MARCO TEÓRICO.....	2
MATERIALES Y MÉTODOS.....	11
RESULTADOS.....	19
DISCUSIONES.....	41
CONCLUSIONES.....	44
RECOMENDACIONES.....	45
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	46
ANEXOS.....	49
FOTOS.....	71

ÍNDICE DE TABLAS

	Página
Tabla 1. Coliformes totales en la Granja 1.....	19
Tabla 2. Análisis de Varianza de Coliformes totales en la granja 1.....	20
Tabla 3. Coliformes totales en la Granja 2	21
Tabla 4. Análisis de Varianza de Coliformes totales en la granja 2.....	22
Tabla 5. Coliformes totales en la Granja 3.....	22
Tabla 6. Análisis de Varianza de Coliformes totales en la granja 3	24
Tabla 7. Promedio de Coliformes totales en las tres granjas.....	24
Tabla 8. Coliformes termotolerantes en la Granja 1	25
Tabla 9. Análisis de Varianza de Coliformes termotolerantes en la granja 1.....	27
Tabla 10. Coliformes termotolerantes en la Granja 2	27
Tabla 11. Análisis de Varianza de Coliformes termotolerantes en la granja 2.....	29
Tabla 12. Coliformes termotolerantes en la Granja 3	29
Tabla 13. Análisis de Varianza de Coliformes termotolerantes en la granja 3.....	31
Tabla 14. Promedio de Coliformes termotolerantes en las tres granjas	31
Tabla 15. <i>Escherichia coli</i> en la Granja 1	32
Tabla 16. Análisis de Varianza de <i>Escherichia coli</i> en la granja 1.....	34
Tabla 17. <i>Escherichia coli</i> en la Granja 2	34

Tabla 18. Análisis de Varianza de <i>Escherichia coli</i> en la granja 2.....	36
Tabla 19. <i>Escherichia coli</i> en la Granja 3	36
Tabla 20. Análisis de Varianza de <i>Escherichia coli</i> en la granja 3.....	37
Tabla 21. Promedio de <i>Escherichia coli</i> en las tres granjas	38
Tabla 22. Huevos de helmintos en las tres granjas evaluadas.....	39
Tabla 23. Análisis de Varianza de huevos de helmintos en las tres granjas evaluadas	40

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Número más probable de coliformes totales en la granja 1	19
Figura 2. Promedio del número más probable de coliformes totales en 100ml de la granja 1	20
Figura 3. Número más probable de coliformes totales en la granja 2	21
Figura 4. Promedio del número más probable de coliformes totales en 100ml de la granja 2	22
Figura 5. Número más probable de coliformes totales en la granja 3	23
Figura 6. Promedio del número más probable de coliformes totales en 100ml de la granja 3	23
Figura 7. Promedio de coliformes totales	25
Figura 8. Número más probable de coliformes termotolerantes en la granja 1	26
Figura 9. Promedio del número más probable de coliformes termotolerantes en 100ml de la granja 1	26
Figura 10. Número más probable de coliformes termotolerantes en la granja 2	28
Figura 11. Promedio del número más probable de coliformes termotolerantes en 100ml de la granja 2	28
Figura 12. Número más probable de coliformes termotolerantes en la granja 3	30
Figura 13. Promedio del número más probable de coliformes termotolerantes en 100ml de la granja 3	30
Figura 14. Promedio de coliformes termotolerantes	32

Figura 15. Número más probable de <i>Escherichia coli</i> en la granja 1.....	33
Figura 16. Promedio del número más probable de <i>Escherichia coli</i> en 100ml de la granja 1.....	33
Figura 17. Número más probable de <i>Escherichia coli</i> en la granja 2.....	35
Figura 18. Promedio del número más probable de <i>Escherichia coli</i> en 100ml de la granja 2.....	35
Figura 19. Número más probable de <i>Escherichia coli</i> en la granja 3.....	36
Figura 20. Promedio del número más probable de <i>Escherichia coli</i> en 100ml de la granja 3.....	37
Figura 21. Promedio de <i>Escherichia coli</i>	38
Figura 22. Número más probable de huevos de helmintos en las tres granjas evaluadas	39

ÍNDICE DE ANEXOS

Página

Anexo 1. Población de aves de corral por tipo de crianza, según región natural....	50
Anexo 2. Porcentaje de agua en los organismos vivos	51
Anexo 3. Información necesaria para evaluar un sistema de abastecimiento de agua en una explotación avícola	52
Anexo 4. Listado de medidas correctoras implantadas más habituales en las explotaciones avícolas españolas	53
Anexo 5. Tratamientos más habituales en las aguas en avicultura	56
Anexo 6. Guía para el control de la calidad del agua en las explotaciones avícolas	57
Anexo 7. Enfermedades causadas por <i>Salmonella</i> spp.	58
Anexo 8. Enfermedades causadas por <i>E. coli</i>	59
Anexo 9. Enfermedades causadas por <i>Clostridium</i> spp.	60
Anexo 10. Parámetros biológicos para bebida de animales D.S. N°015-2015-MINAM Categoría 3.....	61
Anexo 11. Ubicación catastral del sector Virgen del Socorro y Los Huertos del Distrito La Esperanza.....	62
Anexo 12. Evaluación de coliformes totales, coliformes termotolerantes y <i>Escherichia coli</i> presentes en el agua.....	63
Anexo 13. Evaluación de huevos de helmintos (N° de organismos/litro) presentes en el agua.....	64

Anexo 14. Evaluación de Bacterias heterotróficas (UFC/ml) presentes en el agua .	65
Anexo 15. Evaluación de presencia de organismos de vida libre (algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, etc.)	66
Anexo 16. Evaluación de las unidades de pH del agua	67
Anexo 17. Evaluación de la concentración de cloro libre residual del agua	68
Anexo 18. Estándares de calidad de agua para aves de corral.....	69
Anexo 19. Concentraciones máximas aceptables de minerales y materia orgánica en el suministro de agua	70

ÍNDICE DE FOTOS

	Página
Foto 1. Frascos con tapa esmerilada esterilizados para la recolección de las muestras.....	72
Foto 2. Identificando el punto inicial de la granja 1	73
Foto 3. Revisando red de agua de la granja 3.....	74
Foto 4. Muestras obtenidas de las tres granjas	75
Foto 5. Preparando los medios de cultivo.....	76
Foto 6. Material listo para empezar la siembra de muestras	77
Foto 7. Muestras para evaluar coliformes totales.....	78
Foto 8. Muestras para evaluar coliformes totales	79
Foto 9. Muestras para evaluar coliformes termotolerantes.....	80
Foto 10. Muestras para evaluar <i>Escherichia coli</i>	81

I. INTRODUCCIÓN

El agua es esencial para la vida de cualquier organismo viviente y, las aves no son la excepción, de ahí la importancia de proveer agua corriente de calidad, y a temperatura adecuada, atendiendo a las necesidades cuantitativas de cada especie para evitar trastornos orgánicos y productivos.

El agua sirve como un vehículo de nutrientes y juega un papel importante en la regulación de la temperatura corporal de las aves. El agua es también un componente importante en la fisiología animal ya que es parte de muchas interacciones.

El agua de bebida se utiliza como vía terapéutica por razones de eficacia, eficiencia y seguridad. Sin embargo, también es un importante vector de transmisión de microorganismos patógenos.

II. MARCO TEÓRICO

1.1. Generalidades

La población de aves de corral (crianza en granja y crianza familiar) aumenta en 69% respecto al censo nacional agropecuario de 1994. El departamento Lima concentra el 51% de la población de aves de corral. Según tipo de crianza, de granja representa el 87% de la población de aves de corral. El 97% de la población de aves de corral es de pollos de engorde. De la población total de aves de corral, el 86% se encuentra en la costa, el 5% en la sierra y el 9% en la selva (ver anexo 1) ¹.

La codorniz es un ave resistente que se desarrolla en jaulas pequeñas y son económicas de mantener. Se ven afectadas por las enfermedades comunes de las aves, pero son bastante resistentes. La codorniz japonesa madura en alrededor de 6 semanas y por lo general está en producción completa de huevo alrededor de los 50 días de edad. Con un cuidado adecuado, las hembras deben poner 200 huevos en su primer año de postura. La expectativa de vida es de solamente 2 a 2½ años. Los huevos de codorniz japonesa son de color café moteado y están a menudo cubiertos de un material terroso color azul claro. Cada hembra parece poner huevos con un patrón o color característico de cascarón. Algunas estirpes solamente ponen huevos blancos ².

1.2. Agua

El agua en estado puro tiene tres propiedades básicas: es incolora, inodora e insípida. Posee un tono azulado que únicamente puede apreciarse en capas de gran profundidad- Nuestro planeta es en realidad agua, el 70% de su superficie está cubierta por glaciares, mares, ríos y lagunas, y menos del 3% es agua dulce, y dos terceras partes de ésta, se encuentra congelada en las capas polares ³.

El agua es un componente imprescindible y mayoritario de la anatomía orgánica de los animales, representando entre el 50% – 70% en los adultos y hasta un 90% en los jóvenes, con las correspondientes variaciones según la especie, raza, sexo, circunstancias fisiológicas y tipo de alimentación (ver anexo 2) ^{3,4,5,6}.

En el organismo animal el agua participa en la mayoría de los procesos fisiológicos, incluyendo: transporte, digestión, metabolismo de nutrientes, equilibrio térmico, equilibrio de líquidos e iones en el cuerpo. Es el factor primario determinante de la osmolaridad del líquido extracelular, eliminación de materiales de desecho vía orina, heces, respiración y sudor ^{7,8,9}.

El agua en avicultura supone un elemento de la mayor importancia tanto por el volumen de consumo que representa para los animales como por su utilización como vehículo terapéutico. Desgraciadamente, la importancia de este elemento suele ser debida, también, a su papel como vector de elementos contaminantes. El consumo de agua está relacionado directamente con la fase de producción, sexo del animal, temperatura, tanto ambiental como del agua, y calidad del agua. La temperatura ambiental influye mucho en el consumo de agua ^{3, 5}.

Es importante medir el consumo de agua como se hace con el alimento, ya que es igualmente responsable de las buenas o malas producciones. Las aves pueden tolerar una disminución del 98% de su grasa corporal y 50% de su proteína corporal; pero no más del 20% del agua corporal. Si un ave pierde el 10% de su peso por deshidratación, estará seriamente debilitada, pero si pierde el 20% seguramente morirá ¹⁰.

1.3. Calidad del Agua

Dentro del concepto global de alimentación en avicultura, el agua de bebida tiene que ser de calidad, al mismo nivel de exigencia que el resto de los alimentos sólidos, con el objetivo de asegurar una correcta nutrición y minimizar las patologías. En este sentido, la gestión de una explotación avícola debe confluir en la calidad integral para este componente alimentario, tanto en cantidad como en calidad físico-química y microbiológica, mediante un manejo sanitario correcto del agua; todo ello acorde a la tipología y estado fisiológico de las aves en cada momento ³.

La calidad del agua está definida por la concentración de sus componentes. Puede decirse que debería existir una calidad de agua óptima; sin embargo, no hay suficientes trabajos de investigación que nos permitan hacer esta inferencia ¹¹.

Las causas principales que afectan la calidad del agua en la superficie y el subsuelo están influenciadas por la ecología, la topografía, el tipo de suelo, el clima, el material rocoso y adicionalmente se considera la actividad antropomórfica que está relacionada con el uso práctico del suelo: agricultura, minería e industrias entre otras, las cuales contribuyen a la concentración de sales, de nutrientes y otros contaminantes como residuos de pesticidas y metales pesados los cuales son filtrados al interior del subsuelo ^{12,13}.

La calidad del agua implica los siguientes factores: propiedades organolépticas, propiedades físico-químicas, la presencia de compuestos tóxicos, presencia o exceso de minerales compuestos y la carga microbiológica: protozoarios, helmintos patógenos, coliformes totales y termotolerantes, y algas. Excesos en las concentraciones de alguno de estos factores pueden afectar la salud del animal ^{14,15,16,17}.

El riesgo para las aves más común y extendido en relación al agua de bebida es la contaminación microbiana, cuyas consecuencias son tales que su control debe ser siempre un objetivo de importancia primordial. Debe darse prioridad a la mejora y el desarrollo de los sistemas de abastecimiento de agua de bebida que planteen un riesgo mayor para las aves ³.

Los pasos que se deben llevar a cabo para asegurar el suministro de agua de calidad en una explotación avícola comienzan en la evaluación general del sistema de abastecimiento de agua. Se deberán tener en cuenta los datos que ayuden a comprender las características del agua de origen, y el diseño y funcionamiento del sistema de captación, tratamiento y distribución de agua (ver anexo 3). Una vez evaluados los posibles riesgos en el sistema de abastecimiento, se establecerán las medidas correctivas necesarias (ver anexo 4 y anexo 5) ³.

Las pruebas de calidad de agua deben realizarse en forma periódica. Las muestras deben colectarse al nivel de pozo y al final de la línea de bebederos utilizando un recipiente estéril y enviando la muestra a un laboratorio acreditado. Cuando se tome la muestra de agua se deberá asegurar de no contaminarla ^{6,18,19}.

1.4. Microbiología

El agua destinada a consumo animal idealmente debe ser libre de microorganismos patógenos. La contaminación de agua en el subsuelo por patógenos es generalmente baja, particularmente por la profundidad a la que se extrae el agua ^{13,20}.

La determinación de gérmenes indicadores de contaminación fecal no siempre es suficiente a la hora de establecer la inocuidad o idoneidad de un agua. La existencia de una amplia gama de microorganismos capaces de dar lugar a alteraciones organolépticas, o de actuar como agentes causales de determinadas patologías obliga circunstancialmente a tenerlos en cuenta antes de calificar la calidad de un agua (*Pseudomonas*, *Salmonella*, *Shigella* y estafilococos). Las algas son otro grupo de microorganismos que conducen a una serie de problemas relacionados con las operaciones de tratamiento del agua y a alteraciones en sus caracteres organolépticos (variaciones color, olor, sabor y turbidez). Elevadas cantidades de algas dan lugar a taponamientos en filtros; algunas de ellas liberan toxinas al medio difíciles de eliminar, ya que pueden persistir después de tratamientos como coagulación, filtración y desinfección ³.

Al evaluar el agua, es importante monitorear el conteo de coliformes totales debido a que niveles altos pueden causar enfermedades. La evaluación por medio de conteo de colonias en placas de cultivo bacteriano reflejará la efectividad del programa de sanitización de agua. Introducción de contaminación bacteriana al agua puede ocurrir desde el origen del agua hasta el final de la línea de bebederos. Si un sistema efectivo de sanitización de agua es ignorado, una contaminación del agua ocurrirá dentro de poco tiempo. La fuente de agua siempre debe ser analizada cuando se noten cambios en el color, olor o sabor, han ocurrido inundaciones cercanas a los pozos, personas o animales se han enfermado debido al agua, se realizó algún mantenimiento al sistema de suministro de agua, bajos rendimientos persistentes o pérdida de presión en el sistema de agua ¹⁸.

1.5. Microorganismos presentes en el agua

Los análisis microbiológicos van encaminados al recuento e identificación de bacterias. Las principales variables utilizadas son número total de bacterias o número de bacterias coliformes, también se utiliza el número de bacterias coliformes termotolerantes. Las bacterias coliformes son organismos presentes en el tubo digestivo de los animales, siendo su presencia en el agua considerada como una señal de contaminación fecal. El agua es considerada de buena calidad, desde el punto de vista microbiológico, si su contenido en bacterias es inferior a 100/ml o inferior a 50 bacterias coliformes/ml (ver anexo 6) ²¹.

Las bacterias son seres de organización simple, unicelulares, se encuentran en varios sustratos orgánicos como el suelo, el agua, etc. La mayoría de las bacterias son benéficas ya que de ellas dependen la mayor parte de las transformaciones orgánicas y favorecen la limpieza de los cuerpos de agua. Aunque existen otro grupo de bacterias que son patógenas y pueden causar enfermedades graves en el hombre y en los animales. Los principales microorganismos que se transmiten a través del agua engloban a las bacterias *Salmonella* spp. (ver anexo 7), *Escherichia coli* (ver anexo 8), *Clostridium* (ver anexo 9) y *Staphylococcus* ^{22,23}.

Los coliformes termotolerantes o fecales, son los microorganismos coliformes capaces de fermentar la lactosa a 45°C. Esta bacteria se encuentra en el excremento humano y de otros animales de sangre caliente entrando al sistema por medio de desecho directo de mamíferos y aves, entre otros. También pueden originarse en aguas provenientes de efluentes industriales, materiales vegetales en descomposición y suelos ^{23,24}.

Las bacterias, algas y otros microorganismos se encuentran capacitados para sobrevivir en un medio aparentemente tan inhóspito como las conducciones de agua debido a la formación del biofilm, una película de polisacáridos segregada por las bacterias, que les permite adherirse a la superficie de las conducciones ²⁵.

La biocapa o biofilm es otro factor importante de analizar en las tuberías de la explotación, ya que este se forma en la superficie, en donde crecen comunidades complejas de microorganismos generando una estructura gelatinosa, el cual protege a las bacterias patógenas de cualquier desinfectante. Son comunidades complejas de microorganismos, fijos a una superficie, que pueden presentar una única especie o especies diferentes. Esta forma una estructura gelatinosa que constituye un universo poblado por una rica mezcla pegajosa a través de los cuales circulan agua, nutrientes, enzimas, metabolitos y oxígeno, incluyendo sustancias orgánicas e inorgánicas provenientes del medio ^{5,22}.

1.6. Procesos de purificación del agua

Debido a la importancia que tiene el consumo de agua de buena calidad en la producción animal y al problema generalizado de la contaminación del agua y/o aguas con bajos estándares de calidad para consumo animal, se han desarrollado diferentes tecnologías para corregir la concentración de los componentes no deseados en agua. Se destacan filtros de carbón activado, cloración, radiación ultravioleta, ozonización, destilación, intercambio catiónico-aniónico, filtros mecánicos, filtros oxidantes y osmosis inversa, entre otros. Sin embargo, ninguno de los sistemas existentes elimina totalmente la concentración de los componentes no deseados en el agua ¹⁶.

La desinfección no implica la destrucción total de microorganismos, sino llevarla a niveles que no causen problemas en la salud de las aves, ni afecten la productividad de las mismas. La desinfección del agua de bebida comprende la destrucción de microorganismos productores de enfermedades, del agua que beben las aves ¹⁰.

La sanitización regular del agua y un programa de limpieza de las líneas pueden proteger contra la contaminación bacteriana y la formación de películas biológicas en las líneas de agua. Si bien la formación de películas biológicas no es un problema para las aves, una vez que se establecen en las líneas de agua pueden ofrecer refugio contra desinfectantes y servir como fuente de nutrientes para bacterias más dañinas. Productos que contienen peróxido de hidrogeno son excelentes para la remoción de películas biológicas de las líneas de agua ¹⁸.

1.7. Legislación

Siempre que se menciona que el agua que se suministra en avicultura debe ser de calidad, se refiere a calidad apta para su consumo en función a unos criterios. En el anexo 10 se muestra los criterios higiénico-sanitarios según el Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM Anexo 1-Categoría 3, por el que se establecen los estándares de calidad ambiental para el agua de consumo de animales ²⁶.

El Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM aprueba las disposiciones para la implementación de los estándares de calidad ambiental (ECA) para agua consignando en el artículo 2 categoría 3 precisiones de los estándares nacionales de calidad ambiental para agua de bebida de animales. Entiéndase como aguas utilizadas para bebida de animales mayores como ganado vacuno, ovino, porcino, equino o camélido, y para animales menores como ganado caprino, cuyes, aves y conejos ²⁷.

El Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM modifica los estándares nacionales de calidad ambiental para agua y establece disposiciones complementarias para su aplicación consignando en el artículo 2 categoría 3 subcategoría D2 estándares de calidad de agua para bebida de animales (ver anexo 10) ²⁸.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Espacio y tiempo

La presente investigación se realizó en granjas de codornices (*Coturnix* spp.); que se abastecen de agua de camiones tanque cisterna provenientes del sector El Trópico, ubicadas en el sector Virgen del Socorro y los Huertos, distrito La Esperanza, provincia de Trujillo; durante los meses de octubre a diciembre de 2015 (ver anexo 11).

3.2. Población

Se trabajó con el 30% de las granjas de *Coturnix* spp. del sector Virgen del Socorro y los Huertos. Para calcular el tamaño de la población se utilizó la siguiente fórmula:

$$n = \frac{N \times Z^2 \times p \times (1 - p)}{(N - 1) \times e^2 + Z^2 \times p \times (1 - p)}$$

Donde:

N = Tamaño del universo

Z = Es la desviación del valor medio que aceptamos para lograr el nivel de confianza deseado. Nivel de confianza 95% -> Z=1,96

e = Es el margen de error máximo (5%)

p = Es la proporción que esperamos encontrar.

$$n = \frac{10 \times 1.96^2 \times 0.3 \times (1 - 0.3)}{(10 - 1) \times 0.05^2 + 1.96^2 \times 0.3 \times (1 - 0.3)}$$

$$n = 2.64$$

El tamaño de población es de 2.64 granjas; por efectos de manejo, se trabajó con 3 granjas.

3.3. Muestra

La unidad muestral es una muestra punto de agua, las muestras de agua para la investigación se obtuvieron del punto inicial, del punto medio y del punto final de cada una de las tres granja de *Coturnix* spp. Para la determinación del número de réplicas en cada uno de los puntos de agua se determinó haciendo uso de la siguiente formula:

$$n = \frac{(Z_{\alpha}\sqrt{2W(1-W)} + Z_{\beta}\sqrt{W(1-W)})^2}{W^2}$$

Dónde:

Z_{α} : Valor de Z para un nivel de confianza del 95% ($Z=1.96$)

Z_{β} : Valor de Z para un poder estadístico del 80% ($Z=0.842$)

W : Rendimiento mínimo esperado, o eficiencia esperada, o diferencia mínima observable ($W=0.85$ ó 85% que esté contaminada)

Al reemplazar estos parámetros en la fórmula se obtuvo de tamaño $n=3$, como número de réplicas en cada punto de agua. En total se obtuvieron 27 muestras de agua que nos permitió evaluar la calidad microbiológica del agua.

3.4. Diseño Experimental

En la presente investigación se utilizó un diseño no experimental transversal descriptivo ya que se evaluó la calidad microbiológica del agua en granjas de *Coturnix* spp. de los sectores Virgen del Socorro y Los Huertos del distrito La Esperanza. El esquema fue el siguiente:



Donde:

M: Muestra obtenida (27 muestras de agua)

O: Calidad microbiológica de agua.

3.5. Equipo y procedimientos

3.5.1. Materiales

Material Biológico

Se utilizó 27 muestras de agua.

Material de Campo

Libreta de anotaciones.

Lapiceros.

Uniforme.

Botas.

Material de oficina

Software Excel.

Software SPSS versión 21.

Computadora.

Memoria USB.

Equipos

Microscopio compuesto.

Autoclave.

Estufa.

Horno.

Baño María.

Balanza analítica.

Refrigeradora.

Cámara fotográfica digital.

Equipo de cómputo.

Cocina eléctrica.

3.6. Procedimiento

3.6.1. Toma de muestras

3.6.1.1. Muestra para análisis bacteriológicos ^{29,30,31}:

Se recolectó asépticamente 250 ml de agua en frascos de vidrio transparente, boca ancha, con tapa de vidrio esmerilado, bien ajustado, previamente esterilizados, para lo cual se siguió el siguiente procedimiento:

Lavamos las manos con agua y jabón y luego se procedió a desinfectarlas con alcohol yodado.

Se limpió el grifo con un trozo de algodón embebido con alcohol yodado y luego se flameó con el fuego del mechero.

Se abrió el grifo y se dejó correr el agua durante 1 a 2 minutos.

Se destapó el frasco de vidrio y recolectó la muestra de agua, llenando el frasco hasta al menos 3/4 partes de su volumen.

Se tapó el frasco, se rotuló y se llenó la ficha de identificación de la muestra de agua.

Se colocó el frasco de vidrio con la muestra en una caja térmica refrigerada de 4°C a < 8°C y se trasladó al laboratorio.

3.6.1.2. Muestra para análisis parasitológico ²⁹:

En un envase de plástico de boca ancha y tapa rosca, debidamente desinfectado, se recolectó 2 litros de agua, y se refrigeró entre 1°C y 10°C, e inmediatamente se trasladó al laboratorio.

3.6.2. Preparación de las muestras para los análisis microbiológicos ^{30,31}.

Una vez trasladadas las muestras al laboratorio, se mantuvieron en un sitio fresco y oscuro, procediendo a su análisis lo antes posible.

Antes de proceder a la abertura de los frascos de vidrio, se agitó el frasco y desinfectó el cuello y tapa, flameando al fuego del mechero.

Luego de abrir el frasco de vidrio, se esterilizó la boca o abertura a la llama del mechero y se agitó nuevamente el recipiente para su homogeneización. A partir de la muestra del frasco, se preparó diluciones de 10^{-1} , 10^{-2} y 10^{-3} .

3.6.3. Numeración de coliformes totales ³².

Método de ensayo:

Prueba presuntiva:

Se inoculó la primera serie de 5 tubos con caldo lauril sulfato doble concentración con 10 ml de muestra.

A continuación, se inoculó 1 ml de muestra en cada uno de los 5 tubos correspondientes siguientes a la serie.

Finalmente se sembró 0.1 ml de muestra en cada uno de 5 tubos de la siguiente serie.

Después de la inoculación de todos los volúmenes de muestra, se agitó la gradilla con los tubos inoculados, en forma horizontal y evitando que el medio sembrado llegue a la tapa de los tubos y se incubó a 35°C por 24 horas.

Después de la incubación, se retiraron los tubos de la incubadora para efectuar la primera lectura de los resultados. Se agitó suavemente cada tubo y se examinó la producción de gas. Luego se retiraron los tubos con resultado positivo (producción de gas, retenido en el tubo Durham; no siendo importante la cantidad de gas) y se anotaron los resultados.

Luego se devolvieron a la incubadora a 35 °C, todos los tubos con resultado negativo, por un periodo adicional de 24 horas. La segunda lectura (a las 48 horas) se hizo en las mismas condiciones que la anterior. Los tubos con resultado positivo fueron separados para continuar la marcha analítica y los que resultaron negativos fueron descartados.

Prueba confirmativa:

Se agitó cada tubo positivo de la prueba presuntiva con un asa de siembra estéril para homogenizar.

Luego se inoculó con tres asadas, tubos conteniendo 10 ml de caldo verde brillante lactosa bilis 2% (CLVBB 2%) correspondiente (trasplante).

Se incubaron los tubos sembrados a 35 °C en baño María, por 24 - 48 horas. Después de la incubación, se retiraron los tubos para efectuar la primera lectura, agitando suavemente cada tubo y se examinó la producción de gas. Se retiraron los tubos con resultado positivo (producción de gas en el tubo Durham; no siendo importante la cantidad de gas) y se anotaron los resultados.

Los resultados se expresaron en N.M.P. (número más probable)/100 ml de muestra.

Para determinar el número más probable, se verificó la combinación formada por el número de tubos positivos que presentaron las diluciones 1:1; 1:10; y 1:100 en la prueba confirmativa.

3.6.4. Numeración de coliformes termotolerantes ³².

Método de ensayo:

A partir de los tubos de la prueba presuntiva que resultaron positivos (formación de gas) y todos los tubos en que hubo crecimiento luego de 24 – 48 horas, en las diluciones (1:1; 1:10 y 1:100), se transfirieron 3 asadas a tubos con caldo EC.

Después de sembrar todos los tubos, se agitó la gradilla horizontalmente evitando que el medio sembrado llegue a la tapa de los tubos, y se incubó en baño María a 44.5 °C por 24 horas.

Después de la incubación, se retiraron los tubos de la incubadora para efectuar la primera lectura de los resultados. Se agitó suavemente cada tubo y se examinó la producción de gas retenida en el tubo Durham, lo cual indica un resultado positivo.

Se devolvieron a la incubadora a 44.5 °C, todos los tubos con resultado negativo, por un periodo adicional de 24 horas. La segunda lectura (a las 48 horas) se hizo en las mismas condiciones que la anterior.

Los resultados se expresaron en NMP(número más probable)/100 ml de muestra.

3.6.5. Determinación de *Escherichia coli*³².

Método de ensayo:

A partir de los tubos positivos de coliformes termotolerantes, se sembraron 3 asadas en tubos con caldo EC MUG, mezclándolos horizontalmente e incubándolos en baño María a 44.5 °C por 24 horas.

Después de la incubación, se retiraron los tubos de la incubadora para efectuar la lectura de los resultados. Se agitó suavemente cada tubo y se examinó la producción de gas retenida en el tubo Durham, lo cual indicaba un resultado positivo. Asimismo, se sometieron los tubos a la luz ultravioleta de 366nm de onda, indicando la fluorescencia un resultado positivo.

Se devolvieron a la incubadora a 44.5 °C, todos los tubos con resultado negativo, por un periodo adicional de 24 horas. La segunda lectura (a las 48 horas) se hizo en las mismas condiciones que la anterior.

Los resultados se expresaron en N.M.P. (número más probable)/100 ml de muestra.

En forma paralela se trabajó con la cepa patrón *Escherichia coli* ATCC 25922, para realizar el control de calidad respectivo.

3.6.6. Determinación de huevos de helmintos³³.

Método de ensayo: Método de floculación

A la muestra de agua obtenido, se procedió a añadir cloruro de calcio (ClCa_2) 1M por cada litro de muestra, seguido de carbonato de sodio (NaHCO_3) 1M por cada litro de muestra, agitando cada vez que se incorporaban los reactivos.

Posteriormente se midió el pH ajustándolo a 10 con hidróxido de sodio (NaOH) y se dejó sedimentar por 24 horas.

Transcurrido ese tiempo se extrajo el sobrenadante evitando remover el sedimento y a éste se le agregó ácido sulfámico ($\text{NH}_2\text{SO}_3\text{H}$), hasta su completa dilución.

El resultado obtenido se trasvasó a tubos de centrifuga de 50 ml para centrifugarlos a 2500 rpm durante 5 minutos.

Luego se extrajo el sobrenadante de cada tubo y se realizó una mezcla de las muestras del mismo punto de muestreo, se centrifugó nuevamente con las mismas condiciones descritas anteriormente, obteniéndose así las muestras para la observación microscópica.

Se identificaron láminas portaobjeto con un plumón indeleble, colocando las iniciales de identificación de cada muestra.

De estas muestras procesadas; se depositó una gota de muestra de agua en el centro de la mitad izquierda del portaobjeto y una gota en el centro de la mitad derecha. A la primera se le colocó una lámina cubre objeto y a la segunda se le colocó una gota de lugol, luego se colocó una lámina cubre objeto.

Luego se examinó las preparaciones en microscopio óptico con objetivos de 10X y 40X para la visualización de huevos de helmintos.

3.7. Análisis estadístico

Para el análisis estadístico de los datos se utilizó la estadística descriptiva. Se realizó la prueba no paramétrica Ji-Cuadrado utilizando un nivel de confianza del 95%. Para el procesamiento y análisis de datos se utilizó el software SPSS Ver 21.

IV. RESULTADOS

4.1. Evaluación de la presencia de coliformes totales.

La tabla 1 y figura 1 muestran el número más probable (NMP) en 100 ml de coliformes totales en la granja 1, realizadas entre los tres muestreos. Donde se aprecia el descenso de los valores en el segundo muestreo para volver a subir en el tercero.

Tabla 1. Coliformes totales en la Granja 1

	Muestreo 1	Muestreo 2	Muestreo 3
INICIAL	280	17	280
MEDIO	280	17	280
FINAL	350	350	360
PROMEDIO	303.3	128	306.7

Al realizar el análisis de los resultados y compararlos con los Parámetros biológicos para bebida de animales D.S. N°015-2015-MINAM Categoría 3 (Ver Anexo 10) los resultados son satisfactorios para los muestreos ya que encontramos <5000 NMP/100ml.

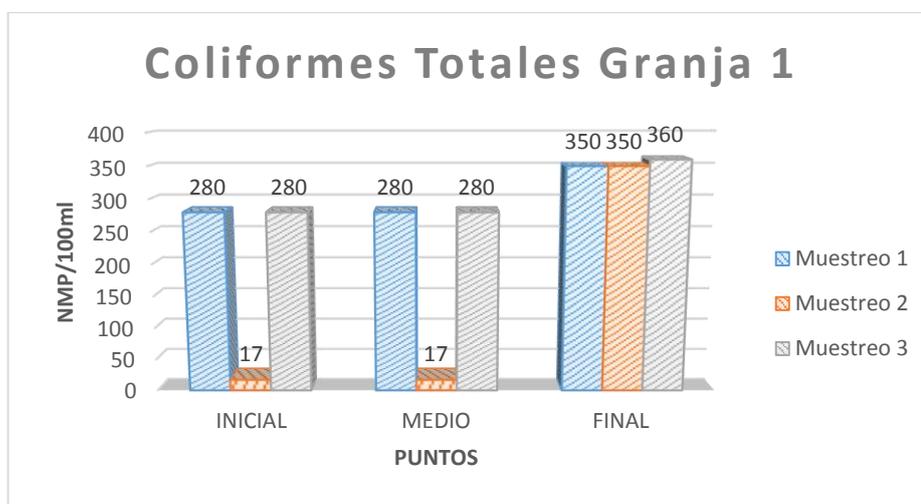


Figura 1. Número más probable de coliformes totales en la granja 1.

La figura 2 indica la magnitud de las medias de los muestreos. 303.3 NMP/100ml para el primero, 128 NMP/100ml para el segundo y 306.7 NMP/100ml para el tercero.

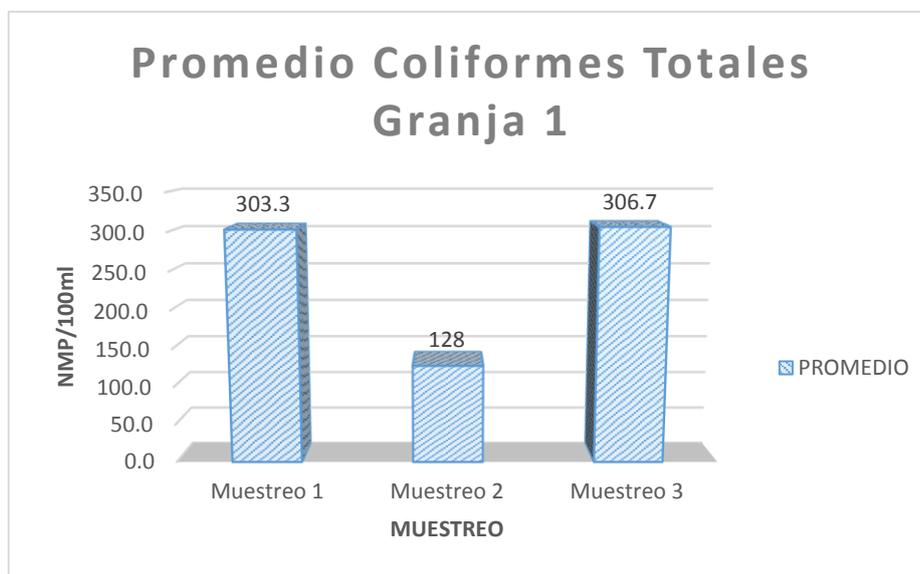


Figura 2. Promedio del Número más probable de coliformes totales en 100ml de la granja 1.

El análisis de varianza (tabla 2) indica que no existe diferencia estadística significativa entre los muestreos del estudio ($p > 0.05$).

Tabla 2. Análisis de Varianza de Coliformes totales en la granja 1

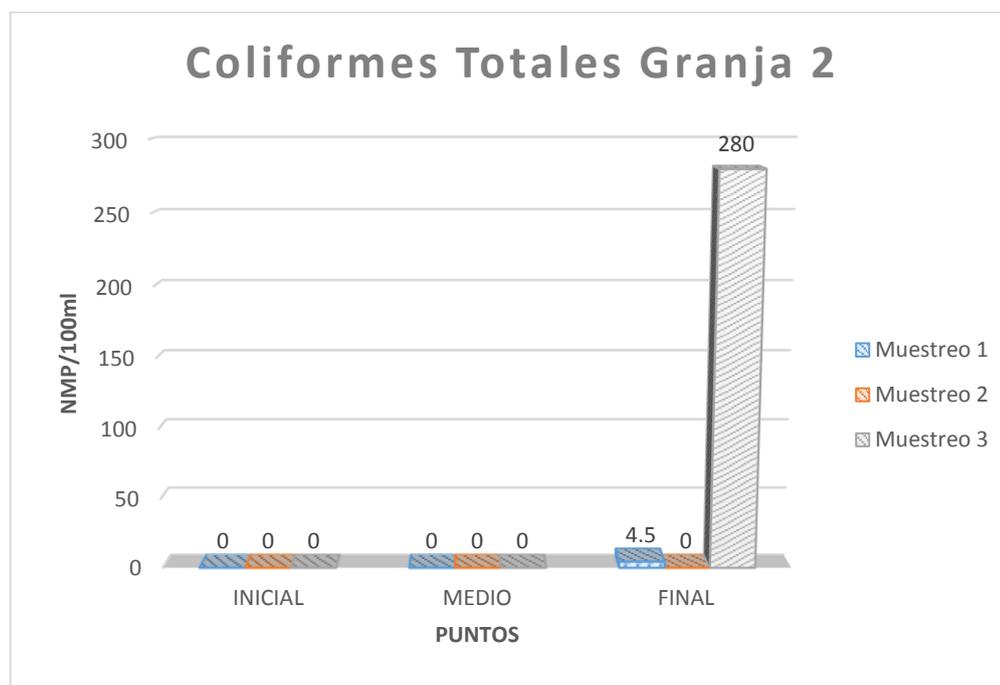
F.V	S.C.	G.L.	SCM	Fe	Sig.
Coliformes totales					
Entre grupos	62674.667	2	31337.333	2.308	0.181(ns)
Dentro de grupos	81459.333	6	13576.556		
Total	144134.000	8			

La tabla 3 y figura 3 muestran el número más probable (NMP) en 100 ml de coliformes totales en la granja 2, realizadas entre los tres muestreos. Donde se aprecian valores bajos de esta variable durante los dos primeros muestreos para subir en el tercero.

Tabla 3. Coliformes totales en la Granja 2

	Muestreo 1	Muestreo 2	Muestreo 3
INICIAL	0	0	0
MEDIO	0	0	0
FINAL	4.5	0	280
PROMEDIO	1.5	0	93.3

Al realizar el análisis de los resultados y compararlos con los Parámetros biológicos para bebida de animales D.S. N°015-2015-MINAM Categoría 3 (Ver Anexo 10) los resultados son satisfactorios para los muestreos ya que encontramos <math><5000\text{ NMP}/100\text{ml}</math>.

**Figura 3.** Número más probable de coliformes totales en la granja 2.

La figura 4 indica la magnitud de las medias de los muestreos. 1.5 NMP/100ml para el primero, 0 NMP/100ml para el segundo y 93.3 NMP/100ml para el tercero.

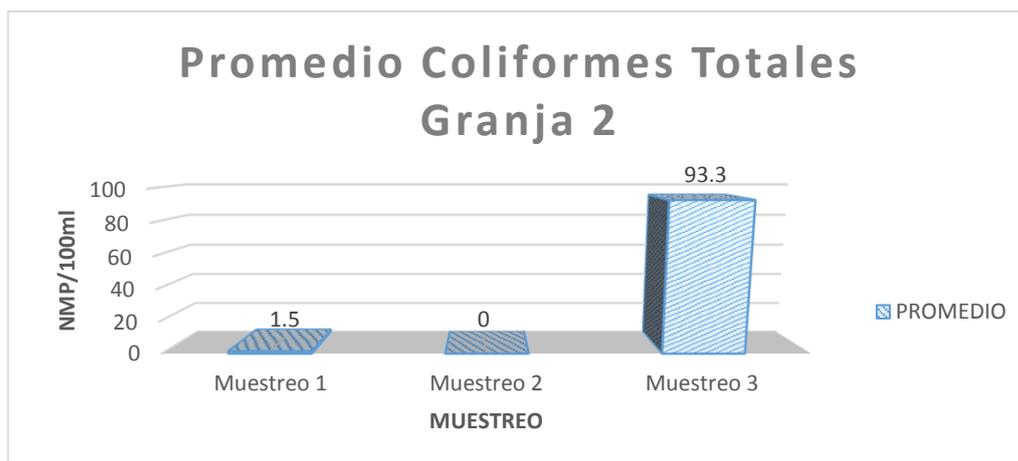


Figura 4. Promedio del Número más probable de coliformes totales en 100ml de la granja 2.

El análisis de varianza (tabla 4) indica que no existe diferencia estadística significativa entre los muestreos del estudio ($p > 0.05$).

Tabla 4. Análisis de Varianza de Coliformes totales en la granja 2

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	Fe	Sig.
Coliformes totales					
Entre grupos	15072.222	2	7536.111	0.843	0.476(ns)
Dentro de grupos	53616.667	6	8936.111		
Total	68688,889	8			

La tabla 5 y figura 5 muestran el número más probable (NMP) en 100 ml de coliformes totales en la granja 3, realizadas entre los tres muestreos. Donde se aprecia que los valores aumentan en el segundo muestreo para bajar en el tercero.

Tabla 5. Coliformes totales en la Granja 3

	Muestreo 1	Muestreo 2	Muestreo 3
INICIAL	0	0	0
MEDIO	0	4.5	0
FINAL	0	27	0
PROMEDIO	0	10.5	0

Al realizar el análisis de los resultados y compararlos con los Parámetros biológicos para bebida de animales D.S. N°015-2015-MINAM Categoría 3 (Ver Anexo 10) los resultados son satisfactorios para los muestreos ya que encontramos <5000 NMP/100ml.

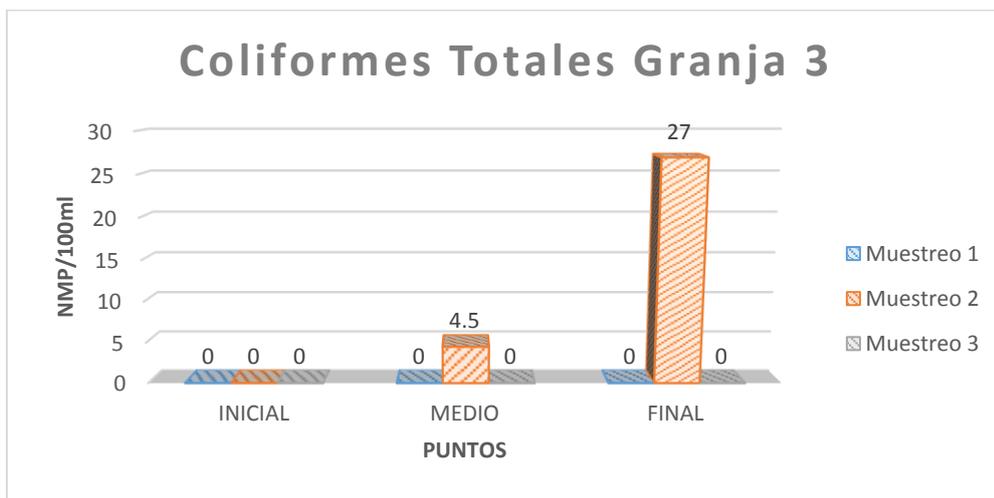


Figura 5. Número más probable de coliformes totales en la granja 3.

La figura 6 indica la magnitud de las medias de los muestreos. 0 NMP/100ml para el primero, 10.5 NMP/100ml para el segundo y 0 NMP/100ml para el tercero.

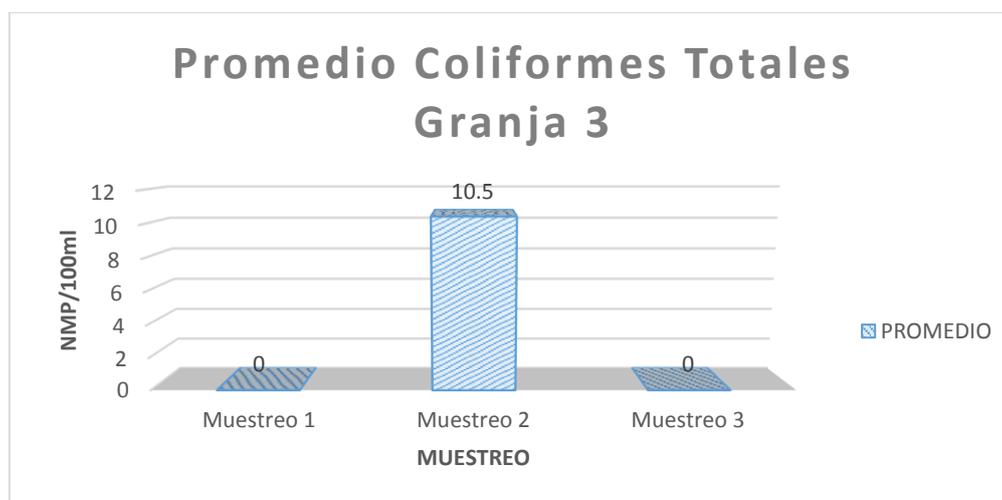


Figura 6. Promedio del Número más probable de coliformes totales en 100ml de la granja 3.

El análisis de varianza (tabla 6) indica que no existe diferencia estadística significativa entre los muestreos del estudio ($p > 0.05$).

Tabla 6. Análisis de Varianza de Coliformes totales en la granja 3

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	Fe	Sig.
Coliformes totales					
Entre grupos	1152.000	2	576.000	3.368	0.105(ns)
Dentro de grupos	1026.000	6	171.000		
Total	2178.000	8			

La tabla 7, muestra el promedio general de coliformes totales, obteniendo como resultado 246 NMP/100ml para la granja 1, 31.6 NMP/100ml para la granja 2 y 21.3 NMP/100ml para la granja 3.

Tabla 7. Promedio de Coliformes totales en las tres granjas

	Muestreo 1	Muestreo 2	Muestreo 3	\bar{x} Total
GRANJA 1	303.3	128	306.7	246
GRANJA 2	1.5	0	93.3	31.6
GRANJA 3	0	64	0	21.3

Al analizar estos resultados y compararlos con el D.S. N°015-2015-MINAM Categoría 3 (Ver Anexo 10), cumplen con la norma al encontrarse dentro de los parámetros legales.

La figura 7, muestra el promedio de Coliformes totales en las tres granjas evaluadas, mostrando un mayor valor la granja 1.

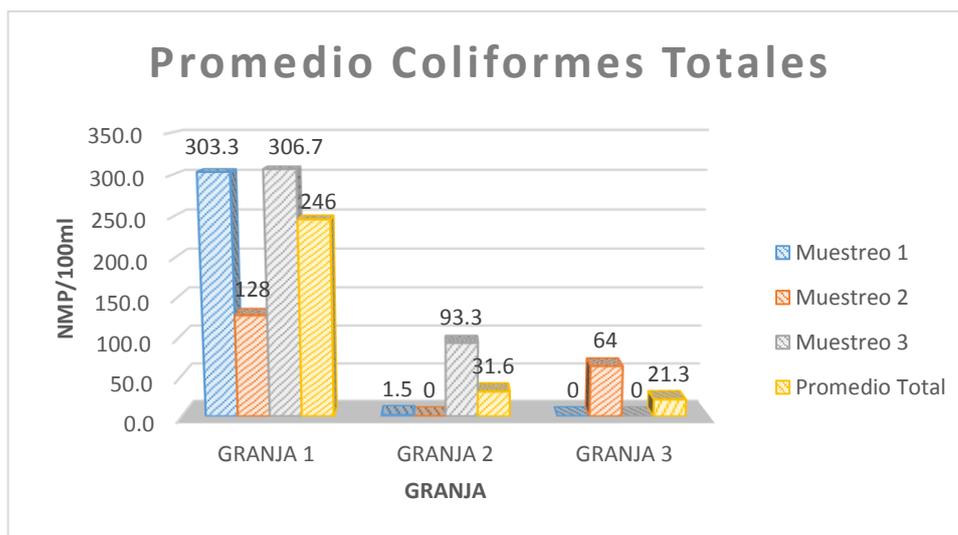


Figura 7. Promedio de coliformes totales.

4.2. Evaluación de la presencia de coliformes termotolerantes.

La tabla 8 y figura 8 muestran el número más probable (NMP) en 100 ml de coliformes termotolerantes en la granja 1, realizadas entre los tres muestreos. Donde se aprecia el descenso de los valores en el segundo muestreo para volver a subir en el tercero.

Tabla 8. Coliformes termotolerantes en la Granja 1

	Muestreo 1	Muestreo 2	Muestreo 3
INICIAL	280	14	40
MEDIO	280	12	110
FINAL	280	38	280
PROMEDIO	280	21.3	143.3

Al realizar el análisis de los resultados y compararlos con los Parámetros biológicos para bebida de animales D.S. N°015-2015-MINAM Categoría 3 (Ver Anexo 10) los resultados son satisfactorios para los muestreos ya que encontramos <math><1000</math> NMP/100ml.

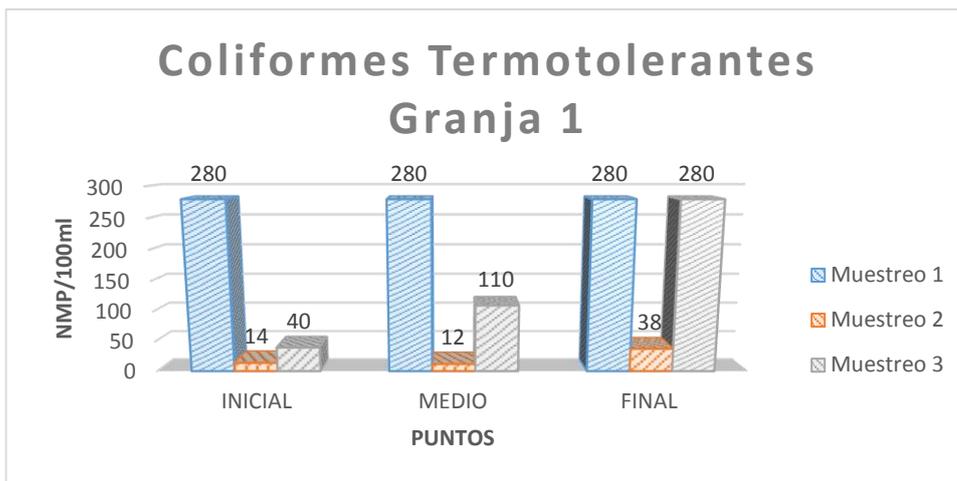


Figura 8. Número más probable de coliformes termotolerantes en la granja 1.

La figura 9 indica la magnitud de las medias de los muestreos. 280 NMP/100ml para el primero, 21.3 NMP/100ml para el segundo y 143.3 NMP/100ml para el tercero.

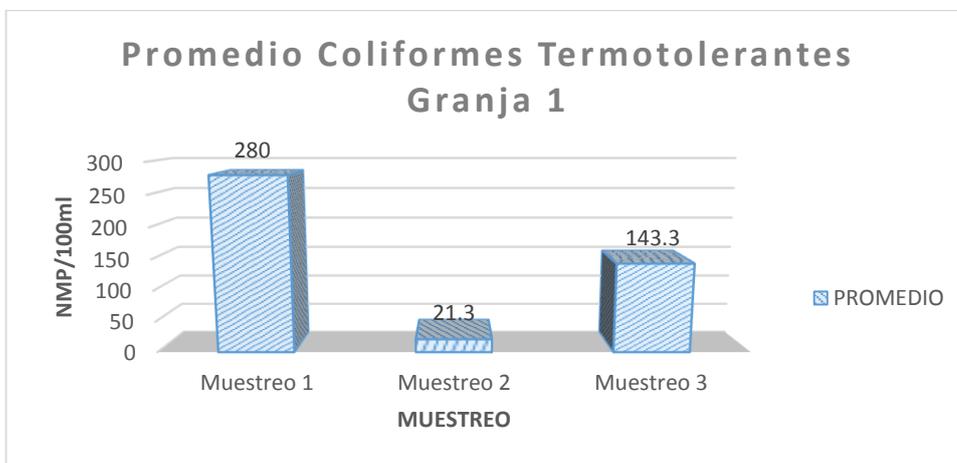


Figura 9. Promedio del Número más probable de coliformes termotolerantes en 100ml de la granja 1.

El análisis de varianza (tabla 9) indica que existe diferencia estadística significativa entre los muestreos del estudio ($p \leq 0.05$).

Tabla 9. Análisis de Varianza de Coliformes termotolerantes en la granja 1

F.V	S.C.	G.L.	SCM	Fe	Sig.
Coliformes termotolerantes					
Entre grupos	100470.222	2	50235.111	9.759	0.013(**)
Dentro de grupos	30885.333	6	5147.556		
Total	131355.556	8			

La tabla 10 y figura 10 muestran el número más probable (NMP) en 100 ml de coliformes termotolerantes en la granja 2, realizadas entre los tres muestreos. Donde se aprecian valores bajos de esta variable durante los dos primeros muestreos para subir en el tercero.

Tabla 10. Coliformes termotolerantes en la Granja 2

	Muestreo 1	Muestreo 2	Muestreo 3
INICIAL	0	0	0
MEDIO	0	0	0
FINAL	0	0	47
PROMEDIO	0	0	15.7

Al realizar el análisis de los resultados y compararlos con los Parámetros biológicos para bebida de animales D.S. N°015-2015-MINAM Categoría 3 (Ver Anexo 10) los resultados son satisfactorios para los muestreos ya que encontramos <1000 NMP/100ml.

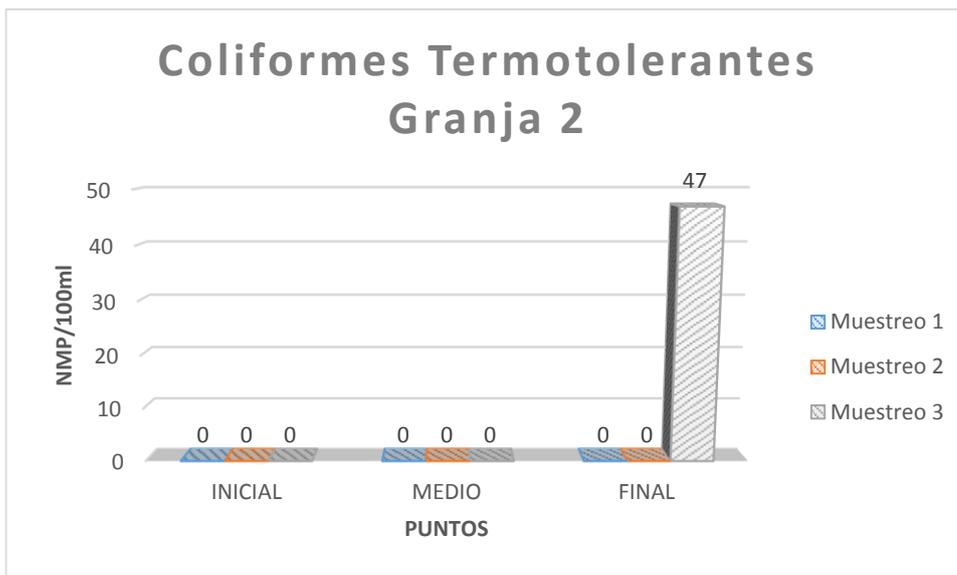


Figura 10. Número más probable de coliformes termotolerantes en la granja 2.

La figura 11 indica la magnitud de las medias de los muestreos. 0 NMP/100ml para el primero, 0 NMP/100ml para el segundo y 15.7 NMP/100ml para el tercero.

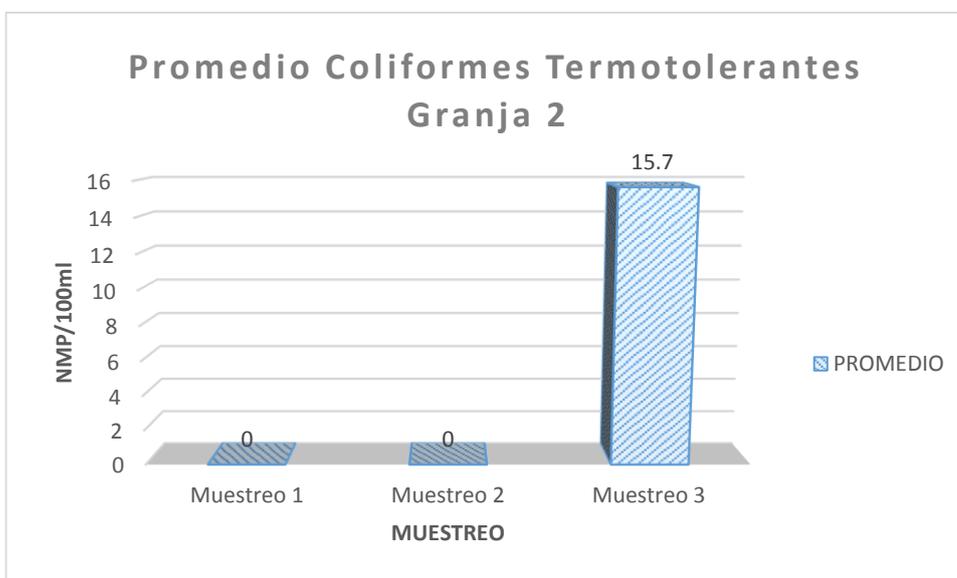


Figura 11. Promedio del Número más probable de coliformes termotolerantes en 100ml de la granja 2.

El análisis de varianza (tabla 11) indica que no existe diferencia estadística significativa entre los muestreos del estudio ($p > 0.05$).

Tabla 11. Análisis de Varianza de Coliformes termotolerantes en la granja 2

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	Fe	Sig.
Coliformes termotolerantes					
Entre grupos	490.889	2	245.444	1.000	0.422(ns)
Dentro de grupos	1472.667	6	245.444		
Total	1963.556	8			

La tabla 12 y figura 12 muestran el número más probable (NMP) en 100 ml de coliformes termotolerantes en la granja 3, realizadas entre los tres muestreos. Donde se aprecia un aumento en el segundo muestreo para bajar en el tercero.

Tabla 12. Coliformes termotolerantes en la Granja 3

	Muestreo 1	Muestreo 2	Muestreo 3
INICIAL	0	0	0
MEDIO	0	4.5	0
FINAL	0	17	0
PROMEDIO	0	7.2	0

Al realizar el análisis de los resultados y compararlos con los Parámetros biológicos para bebida de animales D.S. N°015-2015-MINAM Categoría 3 (Ver Anexo 10) los resultados son satisfactorios para los muestreos ya que encontramos < 1000 NMP/100ml.

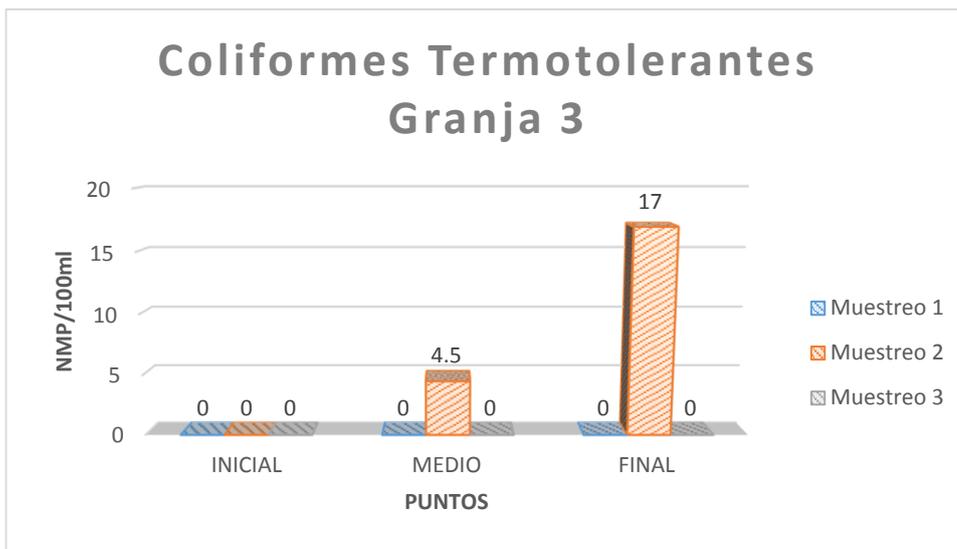


Figura 12. Número más probable de coliformes termotolerantes en la granja 3.

La figura 13 indica la magnitud de las medias de los muestreos. 0 NMP/100ml para el primero, 7.2 NMP/100ml para el segundo y 0 NMP/100ml para el tercero.

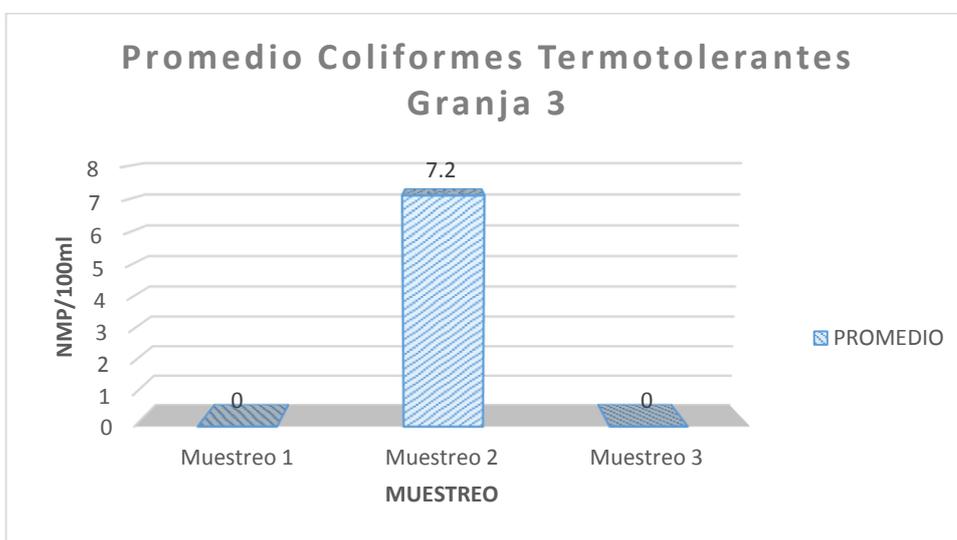


Figura 13. Promedio del Número más probable de coliformes termotolerantes en 100ml de la granja 3.

El análisis de varianza (tabla 13) indica que no existe diferencia estadística significativa entre los muestreos del estudio ($p > 0.05$).

Tabla 13. Análisis de Varianza de Coliformes termotolerantes en la granja 3

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	Fe	Sig.
Coliformes termotolerantes					
Entre grupos	854.222	2	427.111	2.482	0.164(ns)
Dentro de grupos	1032.667	6	172.111		
Total	1886.889	8			

La tabla 14, muestra el promedio general de coliformes totales, obteniendo como resultado 148.2 NMP/100ml para la granja 1, 5.2 NMP/100ml para la granja 2 y 2.4 NMP/100ml para la granja 3.

Tabla 14. Promedio de Coliformes termotolerantes en las tres granjas

	Muestreo 1	Muestreo 2	Muestreo 3	\bar{x} Total
GRANJA 1	280	21.3	143.3	148.2
GRANJA 2	0	0	15.7	5.2
GRANJA 3	0	7.2	0	2.4

Al analizar estos resultados y compararlos con el D.S. N°015-2015-MINAM Categoría 3 (Ver Anexo 10), cumplen con la norma al encontrarse dentro de los parámetros legales.

La figura 14, muestra el promedio de Coliformes termotolerantes en las tres granjas evaluadas, mostrando un mayor valor la granja 1.

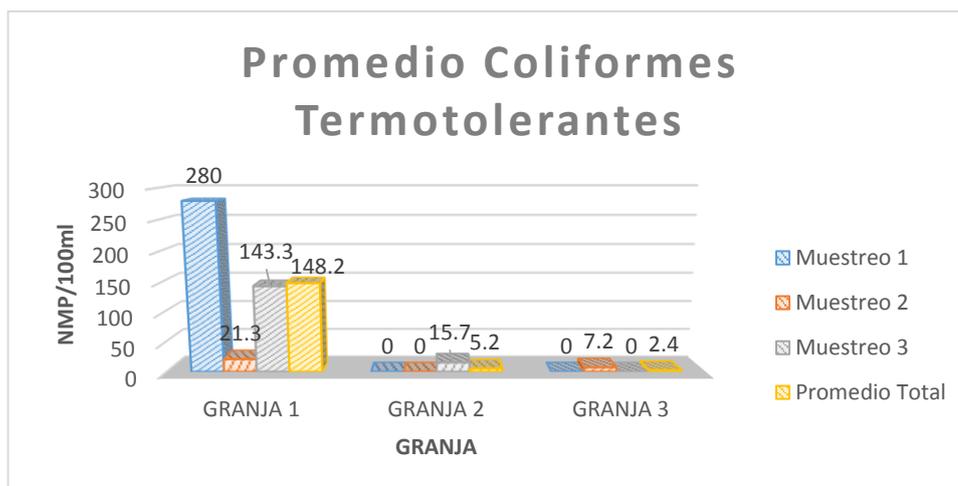


Figura 14. Promedio de coliformes termotolerantes.

4.3. Evaluación de la presencia de *Escherichia coli*.

La tabla 15 y figura 15 muestran el número más probable (NMP) en 100 ml de *Escherichia coli* en la granja 1, realizadas entre los tres muestreos. Donde se aprecia el descenso de los valores en el segundo muestreo para volver a subir en el tercero.

Tabla 15. *Escherichia coli* en la Granja 1

	Muestreo 1	Muestreo 2	Muestreo 3
INICIAL	220	14	33
MEDIO	220	12	79
FINAL	280	32	220
PROMEDIO	240	19.3	110.7

Al realizar el análisis de los resultados y compararlos con los Parámetros biológicos para bebida de animales D.S. N°015-2015-MINAM Categoría 3 (Ver Anexo 10) los resultados no son satisfactorios para el primer y tercer muestreo ya que encontramos >100 NMP/100ml.

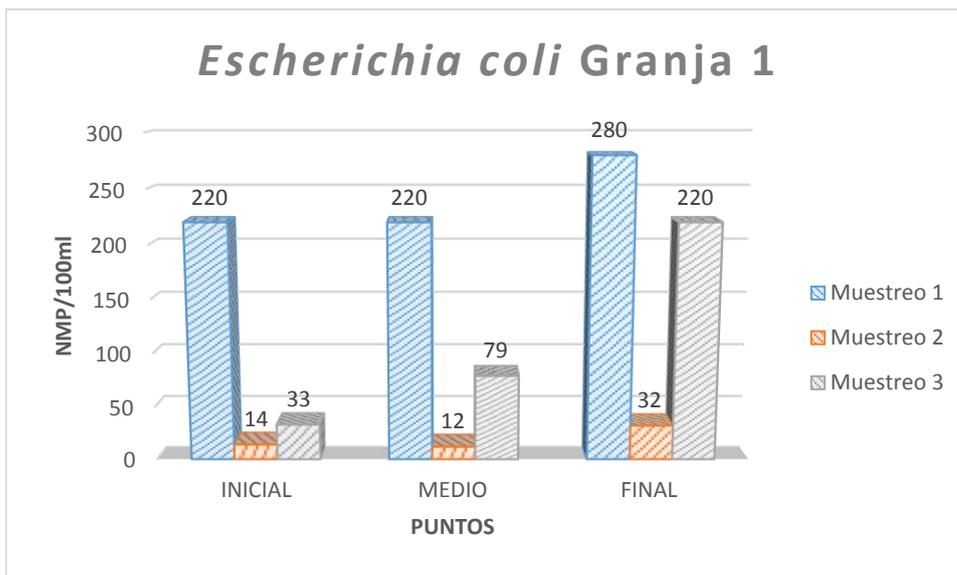


Figura 15. Número más probable de *Escherichia coli* en la granja 1.

La figura 16 indica la magnitud de las medias de los muestreos. 240 NMP/100ml para el primero, 19.3 NMP/100ml para el segundo y 110.7 NMP/100ml para el tercero.

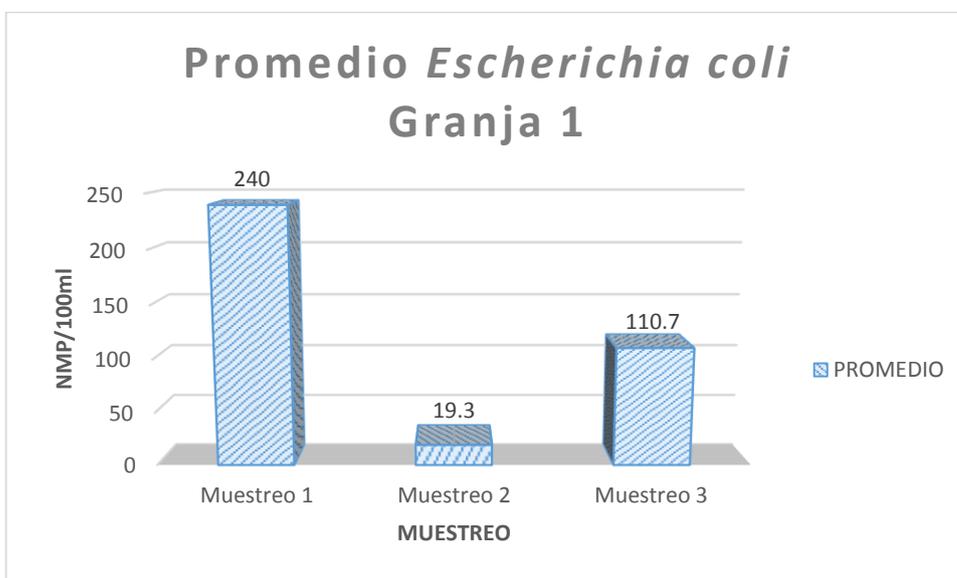


Figura 16. Promedio del Número más probable de *Escherichia coli* en 100ml de la granja 1.

El análisis de varianza (tabla 16) indica que existe diferencia estadística significativa entre los muestreos del estudio ($p \leq 0.05$).

Tabla 16. Análisis de Varianza de *Escherichia coli* en la granja 1

F.V	S.C.	G.L.	SCM	Fe	Sig.
<i>Escherichia coli</i>					
Entre grupos	73762.667	2	36881.333	10.230	0.012(**)
Dentro de grupos	21631.333	6	3605.222		
Total	95394.000	8			

La tabla 17 y figura 17 muestran el número más probable (NMP) en 100 ml de *Escherichia coli* en la granja 2, realizadas entre los tres muestreos. Donde se aprecian valores bajos de esta variable durante los dos primeros muestreos para subir en el tercero.

Tabla 17. *Escherichia coli* en la Granja 2

	Muestreo 1	Muestreo 2	Muestreo 3
INICIAL	0	0	0
MEDIO	0	0	0
FINAL	0	0	17
PROMEDIO	0	0	5.7

Al realizar el análisis de los resultados y compararlos con los Parámetros biológicos para bebida de animales D.S. N°015-2015-MINAM Categoría 3 (Ver Anexo 10) los resultados son satisfactorios para los muestreos ya que encontramos < 100 NMP/100ml.

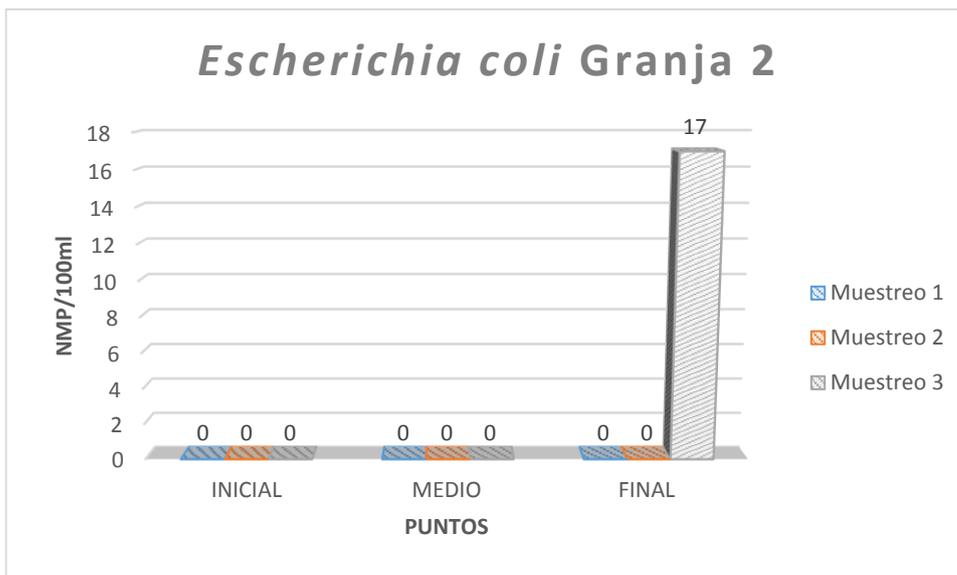


Figura 17. Número más probable de *Escherichia coli* en la granja 2.

La figura 18 indica la magnitud de las medias de los muestreos. 0 NMP/100ml para el primero, 0 NMP/100ml para el segundo y 5.7 NMP/100ml para el tercero.

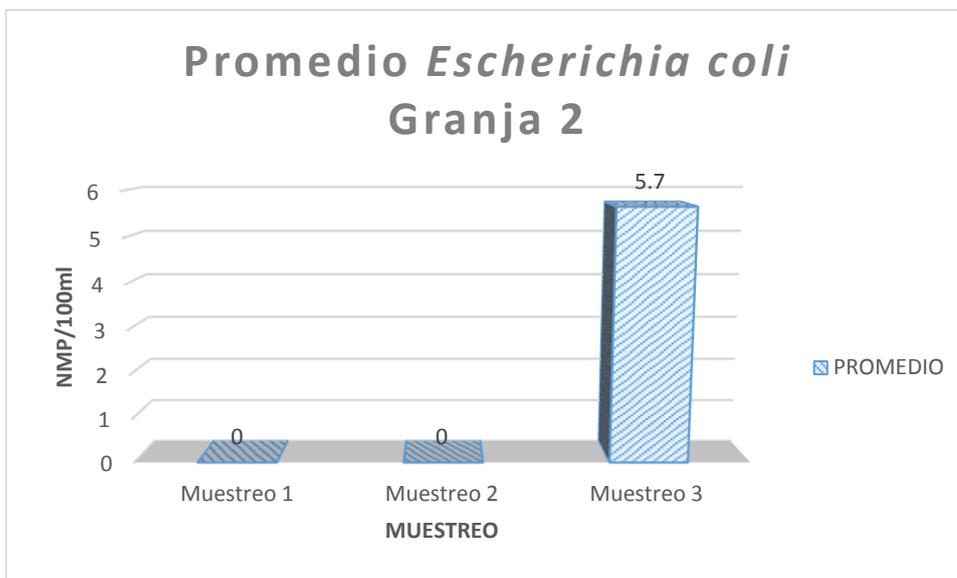


Figura 18. Promedio del Número más probable de *Escherichia coli* en 100ml de la granja 2.

El análisis de varianza (tabla 18) indica que no existe diferencia estadística significativa entre los muestreos del estudio ($p > 0.05$).

Tabla 18. Análisis de Varianza de *Escherichia coli* en la granja 2

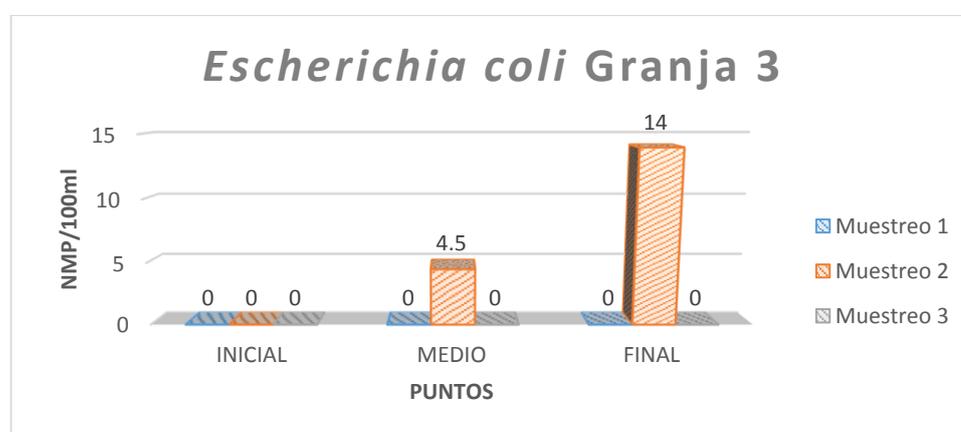
F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	Fe	Sig.
<i>Escherichia coli</i>					
Entre grupos	64.222	2	32.111	1.000	0.422(ns)
Dentro de grupos	192.667	6	32.111		
Total	256.889	8			

La tabla 19 y figura 19 muestran el número más probable (NMP) en 100 ml de *Escherichia coli* en la granja 3, realizadas entre los tres muestreos. Donde se aprecia un aumento en el segundo muestreo para bajar en el tercero.

Tabla 19. *Escherichia coli* en la Granja 3

	Muestreo 1	Muestreo 2	Muestreo 3
INICIAL	0	0	0
MEDIO	0	4.5	0
FINAL	0	14	0
PROMEDIO	0	6.2	0

Al realizar el análisis de los resultados y compararlos con los Parámetros biológicos para bebida de animales D.S. N°015-2015-MINAM Categoría 3 (Ver Anexo 10) los resultados son satisfactorios para los muestreos ya que encontramos <100 NMP/100ml.

**Figura 19.** Número más probable de *Escherichia coli* en la granja 3.

La figura 20 indica la magnitud de las medias de los muestreos. 0 NMP/100ml para el primero, 6.2 NMP/100ml para el segundo y 0 NMP/100ml para el tercero.

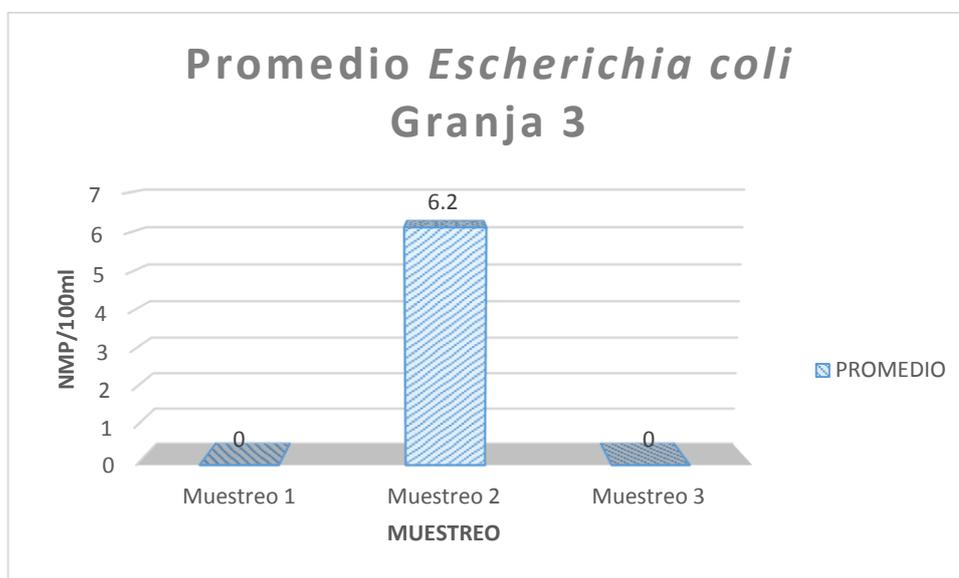


Figura 20. Promedio del Número más probable de *Escherichia coli* en 100ml de la granja 3.

El análisis de varianza (tabla 20) indica que no existe diferencia estadística significativa entre los muestreos del estudio ($p > 0.05$).

Tabla 20. Análisis de Varianza de *Escherichia coli* en la granja 3

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	Fe	Sig.
<i>Escherichia Coli</i>					
Entre grupos	773.556	2	386.778	2.188	0.193(ns)
Dentro de grupos	1060.667	6	176.778		
Total	1834.222	8			

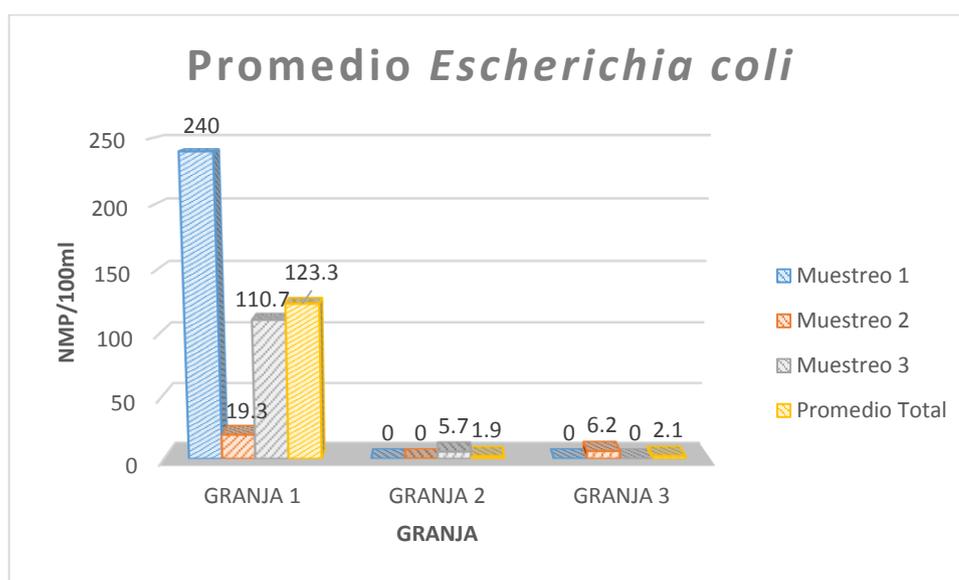
La tabla 21, muestra el promedio general de *Escherichia coli*, obteniendo como resultado 123.3 NMP/100ml para la granja 1, 1.9 NMP/100ml para la granja 2 y 2.1 NMP/100ml para la granja 3.

Tabla 21. Promedio de *Escherichia coli* en las tres granjas

	Muestreo 1	Muestreo 2	Muestreo 3	\bar{x} Total
GRANJA 1	240	19.3	110.7	123.3
GRANJA 2	0	0	5.7	1.9
GRANJA 3	0	6.2	0	2.1

Al analizar estos resultados y compararlos con el D.S. N°015-2015-MINAM Categoría 3 (Ver Anexo 10), la granja 1 no cumple con la norma al encontrarse fuera de los parámetros legales, a diferencia de la granja 2 y 3 que si cumplen la norma para esta variable.

La figura 21, muestra el promedio de *Escherichia coli* en las tres granjas evaluadas, mostrando un mayor valor la granja 1.

**Figura 21.** Promedio de *Escherichia coli*.

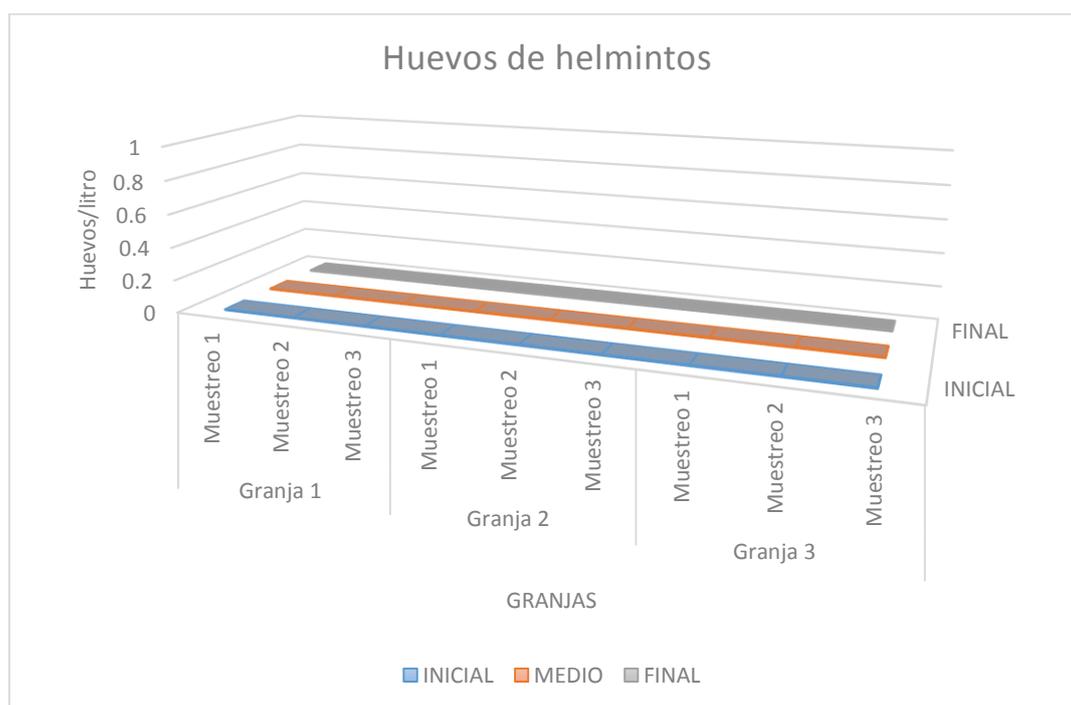
4.4. Evaluación de la presencia de huevos de helmintos.

La tabla 22 y figura 22 muestran el número de Huevos de helmintos por litro en la granja 1, 2 y 3, realizadas entre los tres muestreos. Donde se aprecia que no hubo presencia de esta variable en las evaluaciones realizadas.

Tabla 22. Huevos de helmintos en las tres granjas evaluadas

	Granja 1			Granja 2			Granja 3		
	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3
Inicial	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Medio	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Final	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Promedio	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Al realizar el análisis de los resultados y compararlos con los Parámetros biológicos para bebida de animales D.S. N°015-2015-MINAM Categoría 3 (Ver Anexo 10) los resultados son satisfactorios para los muestreos ya que encontramos <1 huevos/litro.

**Figura 22.** Número más probable de huevos de helmintos en las tres granjas evaluadas.

El análisis de varianza (tabla 23) indica que no existe diferencia estadística significativa entre los muestreos del estudio ($p > 0.05$).

Tabla 23. Análisis de Varianza de huevos de helmintos en las tres granjas evaluadas

F.V	S.C.	G.L.	SCM	Fe	Sig.
Huevos de Helmintos					
Entre grupos	0.000	2	0.000	.	.
Dentro de grupos	0.000	6	0.000		
Total	0.000	8			

V. DISCUSIONES

5.1. Presencia de coliformes totales

Como se observa en las tablas 2, 4 y 6, no se encontró diferencia estadística significativa ($p > 0.05$) en el conteo de coliformes totales entre los muestreos de la granja 1, granja 2 y granja 3, obteniendo M1: 303.3, 1.5 y 0, M2: 128, 0 y 10.5 y M3: 306.7, 93.3 y 0 respectivamente.

Según la tabla 7 el promedio total del NMP/100ml por granja son Granja 1: 246, Granja 2: 31.6 y Granja 3: 21.3. Estos resultados al evaluarlos con el D.S.015-2015-MINAM se encuentran dentro de los parámetros establecidos, cumpliendo con la norma de calidad de agua.

Estos resultados obtenidos son similares a los usados por Cobb (2012) en su manual para broiler, encontrándose dentro de su nivel máximo aceptable.

5.2. Presencia de coliformes termotolerantes

Como se observa en la tabla 9 se encontró diferencia estadística significativa ($p \leq 0.05$) en el conteo de coliformes termotolerantes entre los muestreos de la granja 1 obteniendo M1: 280, M2: 21.3 y M3: 143.3. Por otro lado observamos las tablas 11 y 13, no se encontró diferencia estadística significativa ($p > 0.05$) en el conteo de coliformes termotolerantes entre los muestreos de la granja 2 y granja 3, obteniendo M1: 0 y 0, M2: 0 y 7.2 y M3: 15.7 y 0 respectivamente.

Según la tabla 14 el promedio total del NMP/100ml por granja son Granja 1: 148.2, Granja 2: 5.2 y Granja 3: 2.4. Estos resultados al evaluarlos con el D.S.015-2015-

MINAM se encuentran dentro de los parámetros establecidos, cumpliendo con la norma de calidad de agua.

Estos resultados difieren de lo mencionado por Ross (2010) ya que no aceptan valores mayores a cero, siendo un valor diferente signo de contaminación del agua.

5.3. Presencia de *Escherichia coli*

Como se observa en la tabla 16 se encontró diferencia estadística significativa ($p \leq 0.05$) en el conteo de *Escherichia coli* entre los muestreos de la granja 1 obteniendo M1: 240, M2: 19.3 y M3: 110.7. Por otro lado observamos las tablas 18 y 20, no se encontró diferencia estadística significativa ($p > 0.05$) en el conteo de *Escherichia coli* entre los muestreos de la granja 2 y granja 3, obteniendo M1: 0 y 0, M2: 0 y 6.2 y M3: 5.7 y 0 respectivamente.

Según la tabla 21 el promedio total del NMP/100ml por granja son Granja 1: 123.3, Granja 2: 1.9 y Granja 3: 2.1. Estos resultados al evaluarlos con el D.S.015-2015-MINAM se observa que la granja 1 no cumple con este parámetro de calidad de agua a diferencia de la granja 2 y granja 3 que si se cumplen con la norma.

Estos resultados difieren de lo mencionado por Bellostas (2009) ya que menciona que valores mayores a cero son signo de contaminación del agua.

5.4. Presencia de huevos de helmintos

Como se observa en las tablas 23, no se encontró diferencia estadística significativa ($p>0.05$) en el conteo de huevos de helmintos entre los muestreos de la granja 1, granja 2 y granja 3, obteniendo cero en todos los muestreos.

El promedio total de Huevos/litro es cero para las tres granjas. Estos resultados al evaluarlos con el D.S.015-2015-MINAM se encuentran dentro de los parámetros establecidos, cumpliendo con la norma de calidad de agua.

Debido a que no hay reportes al respecto no se va a realizar la discusión.

VI. CONCLUSIONES

La evaluación realizada para coliformes totales mostró que las tres granjas cumplen con los parámetros de calidad estipulados en D.S.015-2015-MINAM en lo que respecta a bebida de animales. Del mismo modo no se encontró diferencia estadística significativa ($p > 0.05$) en el estudio.

En coliformes termotolerantes, las tres granjas cumplen con los parámetros de calidad estipulados en D.S.015-2015-MINAM. Se encontró diferencia estadística significativa ($p \leq 0.05$) en los resultados de la granja 1, pero se mantuvieron dentro del parámetro establecido por ley.

La granja 1 no cumple con los parámetros de calidad para *Escherichia coli*, a diferencia de la granja 2 y la granja 3 que cumplen con los parámetros establecidos por el D.S.015-2015-MINAM.

Las tres granjas cumplen con los parámetros de calidad en lo referente a la presencia de huevos de helmintos en el agua, obteniendo un resultado de cero en todos los muestreos.

Se concluye que de las tres granjas evaluadas solo la granja 2 y la granja 3 cumplen con todos los parámetros de calidad microbiológica para agua de bebida de animales presentados en el D.S.015-2015-MINAM.

VII. RECOMENDACIONES

Realizar una evaluación del agua que se va a comprar antes de ingresar a la granja para asegurar la calidad microbiológica.

Mantener la red de agua limpia dentro de las instalaciones de la granja.

Asegurarse que el pozo cisterna de la granja este protegido del ingreso de insectos u otros vectores.

VIII. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICAS

1. INEI, Ministerio de Agricultura y Riego. Resultados Definitivos IV Censo Nacional Agropecuario 2012. Perú. 2013
2. Randall M., Bolla G. Cría de Codornices Japonesas. 2010. [Consultado 27 de octubre de 2015]. Disponible en: <http://www.elsitioavicola.com/articles/1833/craa-de-codornices-japonesas/>
3. Bellostas A. Calidad del Agua y su higienización: Efectos sobre la sanidad y productividad de las aves. XLVI Symposium científico de avicultura. Zaragoza, España: 2009; Pp. 23-44.
4. McKee, T. y J. R. McKee. Biochemistry. 3rd Ed. New York, U.S.A.: Mc Graw-Hill 2003; Pp.65.
5. Rubio, J. Suministro de agua de calidad en las Granjas de Broilers. Jornadas profesionales de avicultura de carne. 2005. [Consultado 30 de octubre de 2015]. Disponible en: http://www.wpsa-aeca.es/aeca_imgs_docs/19_03_39_11-suministro_de_agua.pdf
6. Penz M. Importancia de agua en la producción de pollo: 1. 2011. [Consultado 23 de octubre de 2015]. Disponible en: <http://www.elsitioavicola.com/articles/2035/importancia-de-agua-en-la-produccion-de-pollo-1/>
7. Murphy, M. R. Water metabolism of dairy cattle. Symposium: nutritional factors affecting animal water and waste quality. J. Dairy Sci. 1992; 75:326-333.
8. Roubicek, C. B. Water metabolism: Animal growth and nutrition. U.S.A.: ESE Hafez, I.A.Dyer, AA Mc William. 1969; Pp. 353-373.
9. Lardner, A. H., B. D. Kirychuck, et al. The effect of water quality on cattle performance on pasture. Australia: Australian Journal of Agricultural Research. 2005; 56:97-104.
10. Delgado, R. El Agua, el nutriente olvidado. 2015. [Consultado 01 de octubre de 2015]. Disponible en: <http://www.actualidadavipecuaria.com/articulos/el-agua-el-nutriente-olvidado.html>
11. Beede, D. K. The Most Essential Nutrient: Water. Reno, NV. USA: 2005 Western Dairy Management Conference. 2005; Pp. 13-32.

12. Gray, F. N. Calidad del agua potable, problemas y soluciones. Zaragoza, España: Acribia. 1994; Pp. 365
13. ANZECC. Water quality guidelines. Australian and New Zealand Environment and Conservation Council. 2000. [Consultado 01 de octubre de 2015]. Disponible en: <http://www.mfe.govt.nz/publications/water/anzecc-water-quality-guide-02/index.html>
14. N. R. C. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 7th Ed. Washington, D.C.: Natl. Acad. Sci. 2001; Pp.178 -183.
15. Socha, T. M., S. M. Ensley, et al. Variability of water composition and potential impact on animal performance. Nebraska, U.S.A.: University Nebraska, North Platte, NE.69101. 2003.
16. Beede, D. K. The Most Essential Nutrient: Water. Reno, NV. USA: 2005 Western Dairy Management Conference. 2005; Pp. 13-32.
17. LeJeune, T. J., E. T. Besser, et al. Livestock drinking water microbiology and the factors influencing the quality of drinking water offered to cattle. Ohio, U.S.A.: J. Dairy Sci. 2001; 84: 1856-1862.
18. Cobb. Guía de Manejo del Pollo de Engorde. 2012
19. Fonseca N., González E. Manual de Bioseguridad Granja Coturnicola "La Esperanza". Cundinamarca, Colombia: SENA. 2013; Pp. 67 – 69.
20. Shaffter, N., J. Zumstein y A. Parriaux. Factors influencing the bacteriological water quality in mountainous surface and groundwaters. Acta hydrochim and Hydrobiol. Weinheim, Alemania: WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA. 2004; Vol32 3:225-234.
21. Quiles A., Hevia M. Control del agua en las explotaciones avícolas. España: Universidad de Murcia. 2005.
22. Matiz D., Gutiérrez J. Evaluación de la calidad del agua (microbiológica y fisicoquímica) en pollos de engorde con el uso del peróxido y cloro. [Tesis de grado]. Bogotá, D.C. Universidad de la Salle. 2007.
23. Robert M. Microorganismos indicadores de la calidad del agua potable en Cuba. La Habana, Cuba: Revista CENICEC. 2014; Vol45 Núm1 Pp. 25-36.
24. OMS (Organización Mundial de la Salud). Guías para la calidad del agua potable: vigilancia y control de los abastecimientos de agua a la comunidad. 2da Ed. Ginebra, Suiza: OMS. 1998; Vol3 Pp.255.

25. Ruiz T., Tabares J. La sanidad del agua de bebida en avicultura. España: Selecciones Avícolas. 2013.
26. DS 002-2008-MINAM. Perú: Diario El Peruano. 2008.
27. DS 023-2009-MINAM. Perú: Diario El Peruano. 2009.
28. DS 015-2015-MINAM. Perú: Diario El Peruano. 2015.
29. DIGESA. Listado de requisitos para recepción de muestras de aguas naturales, aguas residuales, aguas para uso y consumo humano, aguas salinas y agua de proceso. Lima, Perú: Laboratorio de control ambiental DIGESA-MINSA. 2014.
30. Ministerio de Salud. Manual Práctico de Análisis de Agua. 4^{ta} Ed. Brasilia, Brasil: Fundación Nacional de Salud, Ministerio de salud. 2013.
31. Analíticos en alimentaria. Métodos oficiales de análisis. Aguas potables de consumo público y aguas de bebida envasadas. España: Panreac Química S.A. 2009.
32. Standard Methods for the examination of water and wastewater. APHA. AWWA. 21th edition. 2005.
33. Gallego L., Heredia H., Salazar J. et al. Identificación de parásitos intestinales en agua de pozos profundos de cuatro municipios Estado Aragua, Venezuela 2011-2012. La Habana, Cuba: Revista Cubana de Medicina Tropical. 2014; Vol 66 Núm2.
34. Aviagen. Manual de Manejo del Pollo de Carne Ross. 2010.

ANEXOS

Anexo 1. Población de aves de corral por tipo de crianza, según región natural

Región Natural	Total	%	De Granja	Crianza Familiar
Total	121394062	100,0	106106968	15287094
Costa	104329347	85,9	101196994	3132353
Sierra	6321891	5,2	432509	5889382
Selva	10742824	8,8	4477465	6265359

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática (2012)

Anexo 2. Porcentaje de agua en los organismos vivos

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

Fuente: Ceva Salud Animal (1998)

Anexo 3. Información necesaria para evaluar un sistema de abastecimiento de agua en una explotación avícola

Aspecto	Datos a considerar para el estudio de calidad de agua de consumo
Localización de la explotación	Consideraciones climáticas – Escasez suministro de agua Cuenca de captación Otros usos del agua Proximidad a otras explotaciones Núcleos de poblaciones cercanos Industrias o actividades de riesgo realizadas en la cuenca de captación que pueden potencialmente liberar contaminantes al agua de origen
Datos de captación:	
Aguas subterráneas	Acuífero confinado o no confinado Características hidrogeológicas del acuífero Profundidad de captación Profundidad de revestimiento y protección Distancia del punto de captación a las naves de producción Revestimiento de la captación
Aguas superficiales	Descripción del tipo de masa de agua (río, canal, embalse...) Características físicas del agua (turbidez, presencia de algas, ...) Distancia del punto de captación a las naves de producción Caudal del agua de origen
Depósitos de almacenamiento y/o distribución	Capacidad almacenamiento y/o distribución depósito Capacidad y número de depósitos en las naves Abiertos o cerrados Material de los depósitos de almacenamiento y distribución Modo de llenado y Modo de vaciado Mantenimiento y L+D que se realiza Periodicidad de las labores de mantenimiento y L+D
Sistema de distribución	Material Longitud y diámetro aproximado Presión circulante Mantenimiento y L+D que se realiza Periodicidad de las labores de mantenimiento y L+D Características del contador de agua Características de los bebederos
Calidad del agua	Características físico-químicas y microbiológicas del agua de captación Características físico-químicas y microbiológicas del agua en depósitos Características microbiológicas del agua en el punto de bebida
Tratamiento	Operaciones de tratamiento Método de aplicación Características de los equipos Sustancias químicas utilizadas en el tratamiento del agua, dosis de uso Control y seguimiento del proceso de desinfección.

Fuente: HdosO Consultores SL (2009)

Anexo 4. Listado de medidas correctoras implantadas más habituales en las explotaciones avícolas españolas

Riesgo/Localización/Factores	Acción	Observaciones
Escasez en la captación	Asegurar suministro	Estudio de otro punto de captación
Procedencia aguas superficiales	Mayor control microbiano	Suelen ser las aguas de peor calidad microbiológica, al ser habitualmente contaminadas por afluentes residuales procedentes de la actividad humana, industrial o ganadera.
Procedencia aguas subterráneas	Control de las infiltraciones, revestimiento y protección de la perforación.	Son las de mejor calidad microbiológica, a causa de los fenómenos de filtración <ul style="list-style-type: none"> - El principal peligro en este tipo de aguas es la infiltración directa, hasta capas profundas, de aguas residuales a través de grietas producidas en suelos calcáreos, también hay que tener en cuenta la contaminación directa sobre la boca de pozos y manantiales por falta de protección adecuada. - Aguas con mayor mineralización
Almacenamiento del agua: Depósitos de agua, almacenamiento y distribución	<ul style="list-style-type: none"> - Dimensionar el depósito en función del tamaño de la explotación - Asegurar materiales aptos para estar en contacto con el agua - Disponer al menos de: depósito de almacenamiento, depósito de tratamiento del agua y distribución, y uno por nave para medicar - Depósitos cerrados y aislados - Depósitos de acceso fácil para L+D 	<p>Se debe asegurar la disposición de almacenamiento del agua a la granja al menos para 48-72 horas.</p> <ul style="list-style-type: none"> - El tratamiento del agua debe realizarse en depósitos destinados a tal fin, para asegurar el tiempo mínimo de contacto de los productos de desinfección. - Para asegurar la eficacia de los tratamientos medicamentosos deben realizarse en pequeños depósitos situados en cada nave y de uso exclusivo. - Aislar y cubrir los depósitos evitará el aumento de la T^a del agua y la proliferación de algas.
Contador de agua	Instalación en cada nave	Control diario de consumo de agua.

Fuente: HdosO Consultores SL (2009)

Anexo 4. Listado de medidas correctoras implantadas más habituales en las explotaciones avícolas españolas (continuación)

Riesgo/Localización/Factores	Acción	Observaciones
Tuberías y bebederos	<ul style="list-style-type: none"> - Materiales aptos para estar en contacto con el agua - Tuberías aisladas - Bebederos, número, altura, mantenimiento, localización y presión de agua adecuada 	<ul style="list-style-type: none"> - La contaminación microbiana: bebederos campana>tetinas. - Derrames de agua: bebederos campana >tetinas
Mantenimiento de instalaciones	<ul style="list-style-type: none"> - Mantenimientos periódicos del sistema de captación, almacenamiento, distribución y tratamiento de agua - Revisión diaria del funcionamiento de bebederos - L+D de los depósitos 2 veces/año - L+D tuberías y bebederos al finalizar la crianza o el ciclo 	<ul style="list-style-type: none"> - El sistema de abastecimiento de agua de la granja puede ocasionar recontaminaciones del agua, en caso de que no se realicen las tareas de L+D - Evitar la formación del biofilm para: - Evitar contaminaciones microbianas - Evitar obturaciones e incrustaciones - Evitar reducción eficacia de medicaciones y desinfectantes
Calidad microbiológica	Evaluar parámetros indicadores: Bacterias Coliformes Recuento de colonias a 22 ^a C <i>Escherichia coli</i> <i>Clostridium perfringes</i> <i>Enterococos</i>	Contaminación microbiológica: <ul style="list-style-type: none"> - Si se hace tratamiento de desinfección, revisar producto utilizado, dosis de uso, modo y lugar de aplicación. - Si no se realiza tratamiento, elegir el más adecuado en función de las características físico-químicas del agua del dueño de la instalación. - No contaminación microbiológica: Control y seguimiento del residual del desinfectante. No bajar la guardia, seguir los protocolos establecidos.

Fuente: HdosO Consultores SL (2009)

Anexo 4. Listado de medidas correctoras implantadas más habituales en las explotaciones avícolas españolas (continuación)

Riesgo/Localización/Factores	Acción	Observaciones
Calidad físico-química	Evaluar parámetros indicadores: <ul style="list-style-type: none"> - Oxidabilidad - Amonio - Nitratos - Nitritos - Cloruro - Conductividad - Hierro - pH - Sodio - Sulfato - Dureza total - Calcio - Magnesio - Cobre - Turbidez - Olor - Color 	- Las medidas a tomar deben tener en cuenta el conjunto de parámetros indicadores del agua bruta y del agua tratada.
Control y seguimiento	Realización de análisis periódicos: <ul style="list-style-type: none"> - 1 análisis físico-químico/año - 2 análisis microbiológicos/año del agua bruta - 2 análisis microbiológicos/año del agua en bebedero - Control tratamientos agua - Control diario residual desinfectante 	- Se deben controlar los tratamientos desde el punto de captación hasta bebederos: <ul style="list-style-type: none"> - Filtración - Alguicida - Acidificación - Desinfección - Otros

Fuente: HdosO Consultores SL (2009)

Anexo 5. Tratamientos más habituales en las aguas en avicultura**TRATAMIENTOS MICROBIOLÓGICOS**

Tratamiento	Acción	Observaciones
Alguicida	Eliminación de algas	<ul style="list-style-type: none"> - Único alguicida autorizado para aguas de consumo humano, SO₄Cu - Cuidado con las sobredosis de SO₄Cu - La mayoría de alguicidas no eliminan las cianotoxinas que liberan las algas
Cloro –sólido y líquido-	Eliminación de microorganismos No destruye el <i>Cryptosporidium</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Es el más usado como desinfectante. - Formación de subproductos de desinfección, trihalometanos. - Influyen en la cloración. - No elimina el biofilm.
Dióxido de Cloro	Eliminación de microorganismos	<ul style="list-style-type: none"> - Es un oxidante más fuerte que el cloro. - Se genera in situ a partir de clorito sódico y de ácido clorhídrico o cloro gas. - Influyen en la cloración. - No forma trihalometanos.
Ozono	Eliminación de microorganismos	<ul style="list-style-type: none"> - Sustancia fuertemente oxidante. - Fuerte capacidad de reacción y eliminación de olores y sabores. - Poder desinfectante 3000 veces superior al cloro. - No elimina el biofilm.
Peróxido de Hidrógeno	Eliminación de microorganismos	<ul style="list-style-type: none"> - No forma subproductos de desinfección. - Elimina biofilm, evita su proliferación. - Producto biodegradable.

Fuente: HdosO Consultores SL (2009)

Anexo 6. Guía para el control de la calidad del agua en las explotaciones avícolas

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	10 mg/l	25 mg/l	Niveles entre 3-20 mg/ml pueden afectar al crecimiento y desarrollo de las aves.
Nitritos	0,4 mg/l	4 mg/l	
Calcio	60 mg/l	200 mg/l	
Cloro	14 mg/l	250 mg/l	Niveles por debajo de 14 mg/ml pueden ser peligrosos si coexisten con valores superiores a 50 mg/ml de sodio.
Cobre	0,002 mg/l	0,6 mg/l	Niveles más altos de cobre confieren un sabor amargo al agua.
Hierro	0,2 mg/l	0,5 mg/l	Niveles más altos provocan un sabor y olor desagradable al agua.
Plomo	-	0,02 mg/l	Niveles más altos pueden ser tóxicos.
Magnesio	14 mg/l	125 mg/l	Niveles más altos pueden tener un efecto laxante. Concentraciones superiores a 50 mg/ml pueden resultar tóxicas si se combinan con altos niveles de sulfatos.
Sodio	32 mg/l	-	Niveles superiores a 50 mg/ml pueden afectar al desarrollo si se combinan con altas concentraciones de sulfatos o cloruros.
Sulfatos	125 mg/l	250 mg/l	Niveles más altos tienen un efecto laxante. Niveles superiores a 50 mg/ml pueden afectar al desarrollo si se combinan con altas concentraciones de Mg y Cl.
Cinc	0,5 mg/l	1,5 mg/l	Niveles más altos son tóxicos.
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: Waggoner W., Good R. (1984)

Anexo 7. Enfermedades causadas por *Salmonella* spp.

Enfermedad	Agente	Transmisión	Síntomas
Pullorosis	<i>Salmonella pullorum</i>	A través del ovario por lo cual están los huevos infectados; aunque la comida, el agua, la cama y los equipos son fuentes de infección.	Embriones muertos en el cascarón. Pollitos moribundos, abdomen aumentado de tamaño; presencia de uratos que mancha la cloaca; débiles, pérdida apetito, diarrea de color blanco cremoso.
Fiebre tifoidea	<i>Salmonella gallinarum</i>	Contacto entre aves y a través del huevo.	Pollos moribundos, débiles, inapetentes, con problemas respiratorios. Presentan palidez de cabeza, cresta y barbilla, diarrea fétida de color amarillo y acuosa.
Arizoonosis	<i>Salmonella arizonae</i>	Portadores asintomáticos, animales silvestres, cama, agua, incubadoras.	Diarrea, parálisis, convulsiones, cuello torcido, empastamiento y ceguera.
Fiebre paratifoidea		Portadores asintomáticos, cama, polvo, alimento, huevos, nacedoras e insectos.	Plumas erizadas, anorexia, diarrea acuosa, flacidez, somnolencia, conjuntivitis e impactación cloaca.

Fuente: Morales y Castañeda (1999)

Anexo 8. Enfermedades causadas por *E. coli*

Enfermedad	Agente	Transmisión	Síntomas
Colibacilosis	<i>E. coli</i>	Alimento y agua contaminada, por alteraciones digestivas. Contacto entre aves y a través del huevo.	Diarreas, palidez en piel y mucosas, cuello torcido en forma de interrogación.
Colisepticemia	<i>E. coli</i>	Corriente sanguínea y zonas deterioradas del intestino.	Los riñones se agrandan y se congestionan con sangre y la muerte.
Aerosaculitis	<i>E. coli</i>	Cama, aire.	Problemas respiratorios y muerte.
Onfalitis	<i>E. coli</i>	Infección del huevo y del ombligo del pollito.	Abdomen inflado, pollito flácido, y débil y por último la muerte.

Fuente: Teno (2007)

Anexo 9. Enfermedades causadas por *Clostridium* spp.

Enfermedad	Agente	Transmisión	Síntomas
Enteritis ulcerativa	<i>Clostridium colinum</i>	Por el consumo de aguas contaminadas, alimentos o cama y portadores asintomáticos.	Diarrea, plumas erizadas, alta densidad, pérdida de apetito.
Enteritis necrótica	<i>Clostridium perfringens</i> tipo A	A través de la materia fecal, suelo y alimento contaminado.	Depresión, anorexia, alta densidad, diarrea, plumas erizadas. Pérdida del apetito, debilidad extremidades, incoordinación y depresión.
Dermatitis gangrenosa	<i>Clostridium septicum</i> <i>Clostridium perfringens</i> tipo A	A través del suelo, materia fecal, cama contaminada, alimento y agujas contaminadas.	Los animales se descomponen rápidamente.
Botulismo	<i>Clostridium botulinum</i> tipo C	Animales que consuman cadáveres en descomposición.	Parálisis flácida de alas, patas, cuello y párpados, dificultad respiratoria e incoordinación.

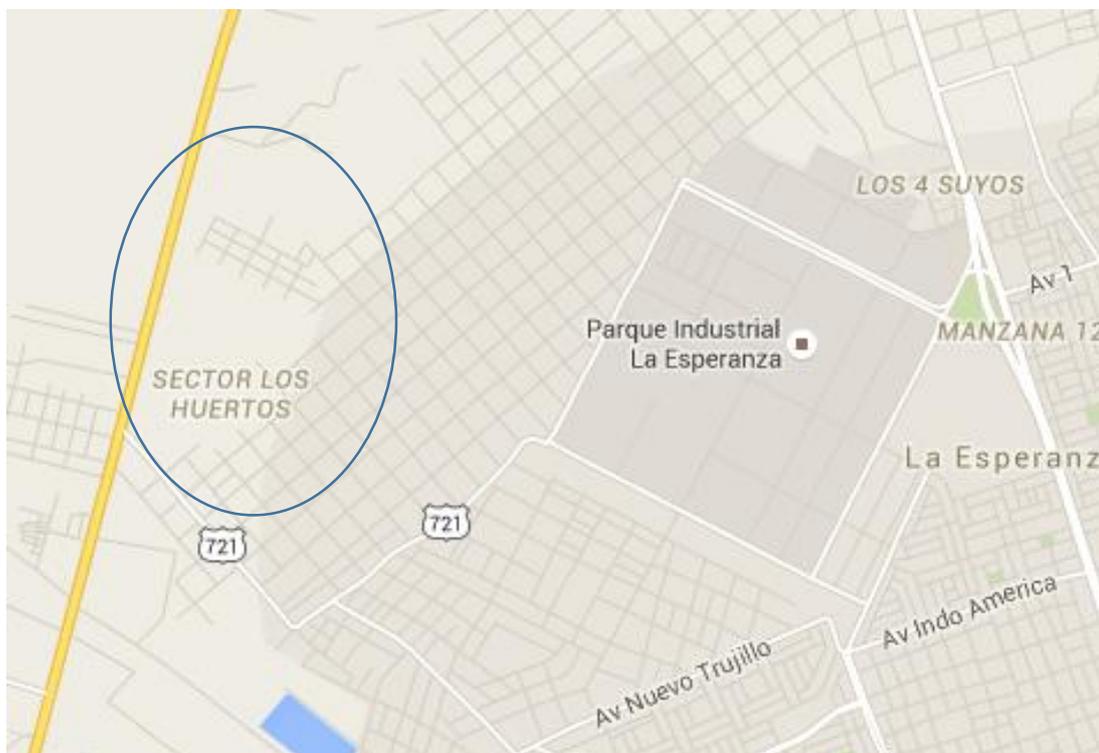
Fuente: Morales y Castañeda (1999)

Anexo 10. Parámetros biológicos para bebida de animales D.S. N°015-2015-MINAM
Categoría 3

PARÁMETROS	UNIDAD	VALOR
Biológicos		
Coliformes Totales (35-37°C)	NMP/100ml	5000
Coliformes Termotolerantes (44,5°C)	NMP/100ml	1000
Enterococos intestinales	NMP/100ml	20
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100ml	100
Huevos y larvas de Helmintos	Huevos/L	<1

Fuente: El Peruano (2015)

Anexo 11. Ubicación catastral del sector Virgen del Socorro y Los Huertos del Distrito La Esperanza



Fuente: Google Maps (2015)

Anexo 12. Evaluación de coliformes totales, coliformes termotolerantes y *Escherichia coli* presentes en el agua

GRANJA	MUESTRA	PUNTO DE AGUA	COLIFORMES TOTALES	COLIFORMES TERMOTOLERANTES	<i>Escherichia coli</i>
			NMP	NMP	NMP
1	1	Inicial	280	280	220
		Medio	280	280	220
		Final	350	280	280
	2	Inicial	17	14	14
		Medio	17	12	12
		Final	350	38	32
	3	Inicial	280	40	33
		Medio	280	110	79
		Final	360	280	220
2	1	Inicial	0	0	0
		Medio	0	0	0
		Final	4.5	0	0
	2	Inicial	0	0	0
		Medio	0	0	0
		Final	0	0	0
	3	Inicial	0	0	0
		Medio	0	0	0
		Final	280	47	17
3	1	Inicial	0	0	0
		Medio	0	0	0
		Final	0	0	0
	2	Inicial	0	0	0
		Medio	4.5	4.5	4.5
		Final	27	17	14
	3	Inicial	0	0	0
		Medio	0	0	0
		Final	0	0	0

Fuente: Análisis microbiológico

Anexo 13. Evaluación de huevos de helmintos (N° de organismos /litro) presentes en el agua

GRANJA	MUESTRA	PUNTO DE AGUA	HUEVOS DE HELMINTOS (N° de org/litro)
Granja 1	M 1	Inicial	0
		Medio	0
		Final	0
	M 2	Inicial	0
		Medio	0
		Final	0
	M 3	Inicial	0
		Medio	0
		Final	0
Granja 2	M 1	Inicial	0
		Medio	0
		Final	0
	M 2	Inicial	0
		Medio	0
		Final	0
	M 3	Inicial	0
		Medio	0
		Final	0
Granja 3	M 1	Inicial	0
		Medio	0
		Final	0
	M 2	Inicial	0
		Medio	0
		Final	0
	M 3	Inicial	0
		Medio	0
		Final	0

Fuente: Análisis microbiológico

Anexo 14. Evaluación de Bacterias heterotróficas (UFC/ml) presentes en el agua

GRANJA	MUESTRA	PUNTO DE AGUA	BACTERIAS HETEROTROFICAS (UFC/ml)
Granja 1	M 1	Inicial	212
		Medio	230
		Final	4800
	M 2	Inicial	860
		Medio	980
		Final	370000
	M 3	Inicial	580
		Medio	600
		Final	52800
Granja 2	M 1	Inicial	2
		Medio	0
		Final	186
	M 2	Inicial	1
		Medio	1
		Final	36
	M 3	Inicial	0
		Medio	0
		Final	550
Granja 3	M 1	Inicial	0
		Medio	0
		Final	0
	M 2	Inicial	12
		Medio	14
		Final	66
	M 3	Inicial	0
		Medio	80
		Final	1160

Fuente: Análisis microbiológico

Anexo 15. Evaluación de presencia de organismos de vida libre (algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, etc.)

GRANJA	MUESTRA	PUNTO DE AGUA	ALGAS, ORG. VIDA LIBRE (N°ORGANISMOS/LITRO)	Cumplimiento
Granja 1	M 1	Inicial	0	Si
		Medio	0	Si
		Final	100000	No
	M 2	Inicial	0	Si
		Medio	0	Si
		Final	300000	No
	M 3	Inicial	0	Si
		Medio	0	Si
		Final	7000000	No
Granja 2	M 1	Inicial	0	Si
		Medio	0	Si
		Final	0	Si
	M 2	Inicial	0	Si
		Medio	0	Si
		Final	0	Si
	M 3	Inicial	0	Si
		Medio	0	Si
		Final	0	Si
Granja 3	M 1	Inicial	0	Si
		Medio	0	Si
		Final	0	Si
	M 2	Inicial	0	Si
		Medio	0	Si
		Final	0	Si
	M 3	Inicial	0	Si
		Medio	0	Si
		Final	0	Si

Fuente: Análisis microbiológico

Anexo 16. Evaluación de las unidades de pH del agua

GRANJA	MUESTRA	PUNTO DE AGUA	pH
Granja 1	M 1	Inicial	8.12
		Medio	8.19
		Final	7.91
	M 2	Inicial	8.04
		Medio	8.01
		Final	7.37
	M 3	Inicial	8.07
		Medio	8.00
		Final	7.66
Granja 2	M 1	Inicial	7.71
		Medio	7.82
		Final	7.80
	M 2	Inicial	7.89
		Medio	7.61
		Final	7.65
	M 3	Inicial	7.90
		Medio	7.75
		Final	7.70
Granja 3	M 1	Inicial	7.72
		Medio	7.72
		Final	7.71
	M 2	Inicial	7.89
		Medio	7.99
		Final	8.02
	M 3	Inicial	7.92
		Medio	7.93
		Final	7.88

Fuente: Análisis microbiológico

Anexo 17. Evaluación de la concentración de cloro libre residual del agua

GRANJA	MUESTRA	PUNTO DE AGUA	COLOR RESIDUAL (PPM)	Cumplimiento de la Norma
Granja 1	M 1	Inicial	0.0	Si
		Medio	0.0	Si
		Final	0.0	Si
	M 2	Inicial	0.0	Si
		Medio	0.0	Si
		Final	0.0	Si
	M 3	Inicial	0.0	Si
		Medio	0.0	Si
		Final	0.0	Si
Granja 2	M 1	Inicial	0.0	Si
		Medio	0.0	Si
		Final	0.0	Si
	M 2	Inicial	0.0	Si
		Medio	0.0	Si
		Final	0.0	Si
	M 3	Inicial	0.0	Si
		Medio	0.0	Si
		Final	0.0	Si
Granja 3	M 1	Inicial	0.0	Si
		Medio	0.0	Si
		Final	0.0	Si
	M 2	Inicial	0.0	Si
		Medio	0.0	Si
		Final	0.0	Si
	M 3	Inicial	0.0	Si
		Medio	0.0	Si
		Final	0.0	Si

Fuente: Análisis microbiológico

Anexo 18. Estándares de calidad de agua para aves de corral

Contaminante, mineral o ion	Nivel considerado promedio	Nivel máximo aceptable
Bacterias		
Bacterias totales	0 UFC/ml*	100 UFC/ml*
Bacterias coliformes	0 UFC/ml*	50 UFC/ml*
Acidez y dureza		
pH	6,8 – 7,5	6,0 – 8,0
Total dureza	60 – 180 ppm	110 ppm
Elementos naturales		
Calcio (Ca)	60 mg/L	
Cloro (Cl)	14 mg/L	250 mg/L
Cobre (Cu)	0,002 mg/L	0,6 mg/L
Hierro (Fe)	0,2 mg/L	0,3 mg/L
Plomo (Pb)	0	0,02 mg/L
Magnesio (Mg)	14 mg/L	125 mg/L
Nitratos	10 mg/L	25 mg/L
Sulfatos	125 mg/L	250 mg/L
Zinc		1,5 mg/L
Sodio (Na)	32 mg/L	50 g/L

* UFC: Unidades formadoras de colonias

Fuente: Cobb (2012)

Anexo 19. Concentraciones máximas aceptables de minerales y materia orgánica en el suministro de agua

Material	Concentración aceptable (ppm o mg. por litro)	Comentarios
Sólidos totales disueltos (TDS)	0 – 1.000	Niveles más elevados causarán heces acuosas y reducirán el rendimiento.
Coliformes fecales	0	Mayores niveles indican contaminación del agua.
Cloro	250	Si el sodio es superior a 50, las concentraciones aceptables de cloro son mucho menores (menos de 20)
Sodio	50	
Sales de calcio (dureza)	70	
pH	6,5 – 8,5	El agua ácida corroe el equipo e interfiere con la medicación.
Nitratos	trazas	
Sulfatos	200 – 250	Nivel deseable máximo. Niveles mayores incrementan la humedad de las heces.
Potasio	300	
Magnesio	50 – 125	Los niveles mayores potencian la influencia de los sulfatos
Hierro	0,30	
Plomo	0,05	
Zinc	5,00	
Manganeso	0,05	
Cobre	0,05	

Fuente: Aviagen (2010)

FOTOS



Foto 1. Frascos con tapa esmerilada esterilizados para la recolección de las muestras.



Foto 2. Identificando el punto inicial de la granja 1.

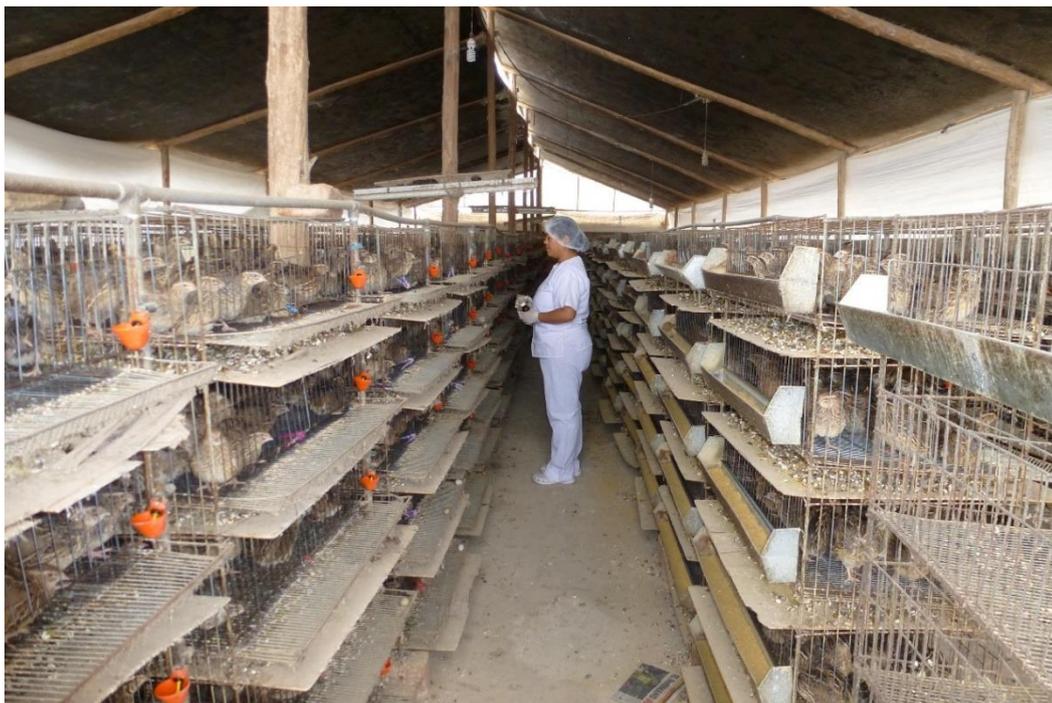


Foto 3. Revisando red de agua de la granja 3.

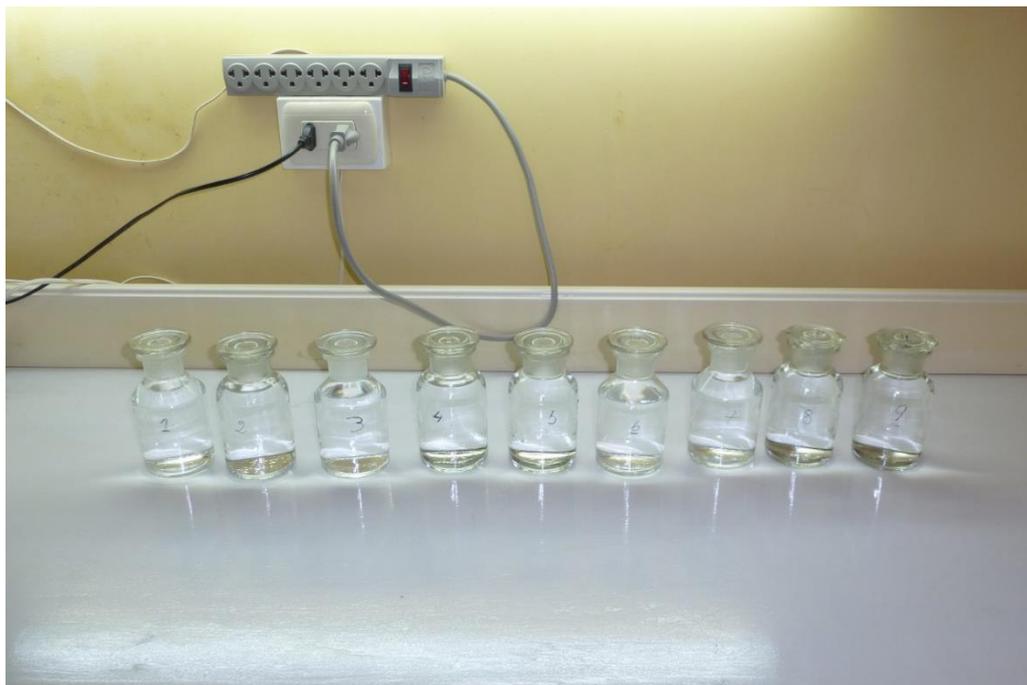


Foto 4. Muestras obtenidas de las tres grajas.



Foto 5. Preparando los medios de cultivo.



Foto 6. Material listo para empezar la siembra de muestras.



Foto 8. Muestras para evaluar coliformes totales.



Foto 9. Muestras para evaluar coliformes termotolerantes.

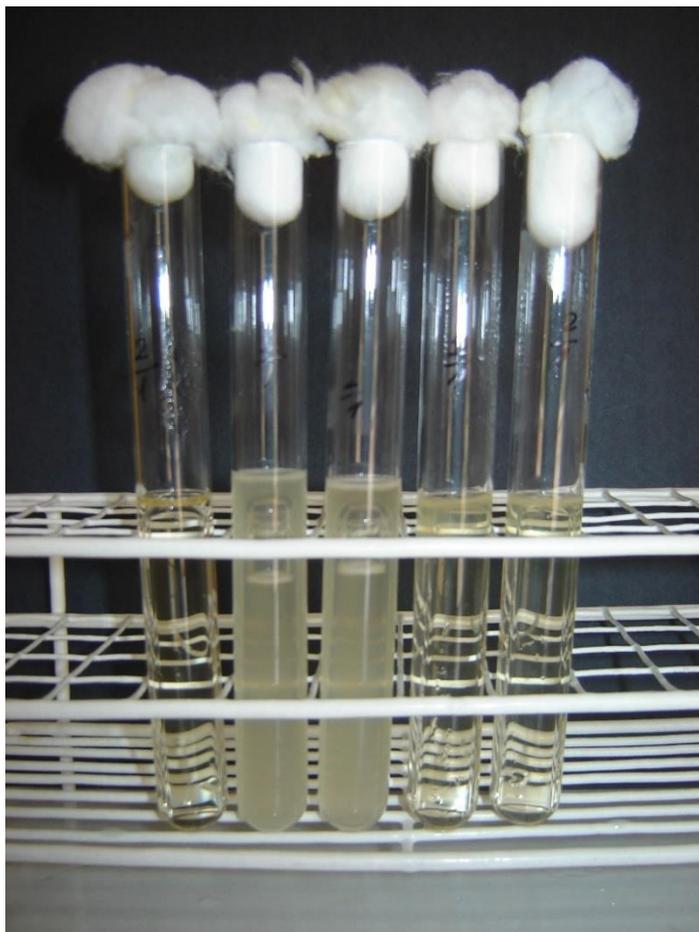


Foto 10. Muestras para evaluar *Escherichia coli*.