

Universidad Católica De Santa María
Facultad de Ciencias e Ingenierías Biológicas y Químicas
Escuela Profesional de Medicina Veterinaria y Zootecnia



“EFECTO DEL PERÓXIDO DE HIDROGENO EN LA CALIDAD MICROBIOLÓGICA DEL AGUA (MESOFILOS AEROBIOS TOTALES, COLIFORMES TOTALES, *Escherichia coli* Y ENTEROBACTERIAS) DE BEBEDEROS EN VACAS, VAQUILLAS, VAQUILLONAS Y TERNEROS EN EL FUNDO AQP MILK EN LA IRRIGACIÓN DE MAJES - 2019”

Tesis presentada por la Bachiller:

Ramos Chura, Dora Yesenia

para optar el Título Profesional de

Medica Veterinaria y Zootecnista

Asesor:

Dr. Fernández Fernández, Fernando

Arequipa – Peru

2021

UCSM-ERP

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
TITULACIÓN CON TESIS
DICTAMEN APROBACIÓN DE BORRADOR

Arequipa, 20 de Enero del 2021

Dictamen: 000382-C-EPMVZ-2021

Visto el borrador de tesis del expediente 000382, presentado por:

2011244902 - RAMOS CHURA DORA YESENIA

Titulado:

**EFFECTO DEL PEROXIDO DE HIDROGENO EN LA CALIDAD MICROBIOLÓGICA DEL AGUA
(MESOFILOS AEROBIOS TOTALES, COLIFORMES TOTALES, ESCHERICHIA COLI Y
ENTEROBACTERIAS) DE BEBEDEROS EN VACAS, VAQUILLAS, VAQUILLONAS Y TERNEROS EN
EL FUNDO AQP MILK EN LA IRRIGACION DE MAJES - 2019**

Nuestro dictamen es:

APROBADO

**1331 - OBANDO SANCHEZ ALEXANDER DANIEL
DICTAMINADOR**



**1884 - FERNANDEZ FERNANDEZ FERNANDO
DICTAMINADOR**

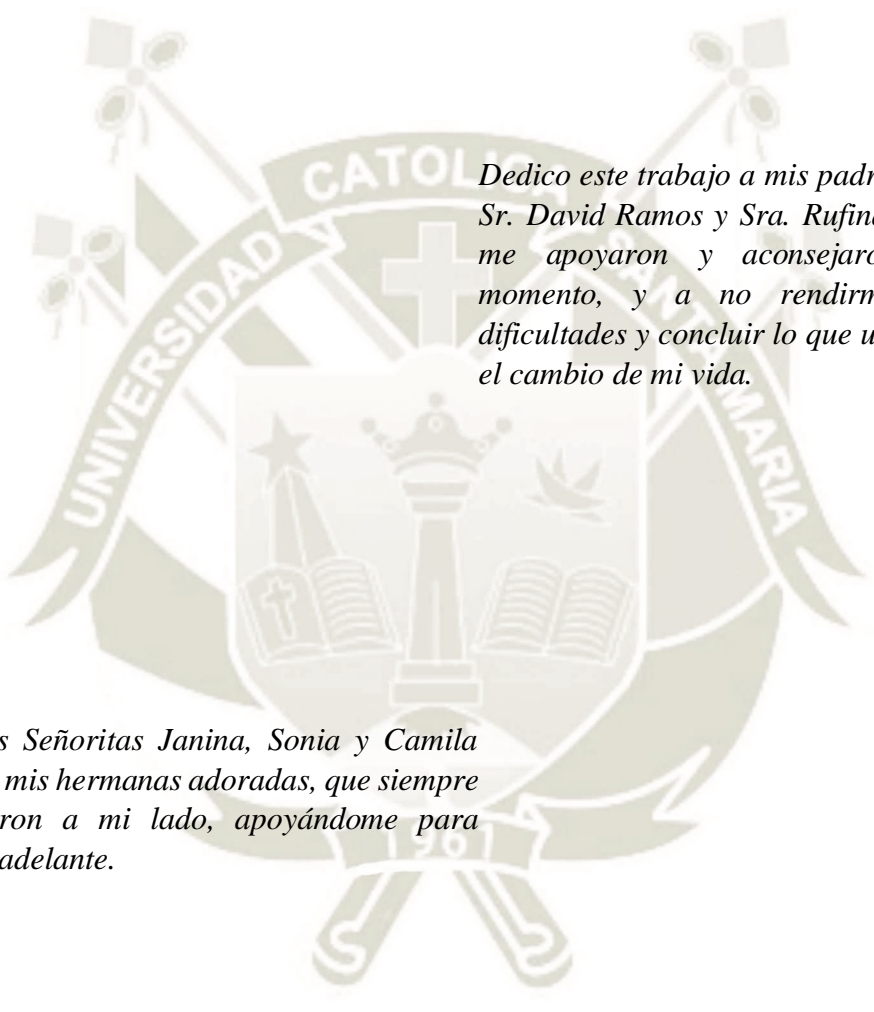


**3129 - ROMAN COYLA VERONICA MARIANELLA
DICTAMINADOR**



DEDICATORIA

Agradezco a Dios por iluminar mi camino y darme la fe para seguir adelante...



Dedico este trabajo a mis padres amados al Sr. David Ramos y Sra. Rufina Chura, que me apoyaron y aconsejaron en todo momento, y a no rendirme ante las dificultades y concluir lo que un día empezó el cambio de mi vida.

Y a las Señoritas Janina, Sonia y Camila Ramos mis hermanas adoradas, que siempre estuvieron a mi lado, apoyándome para seguir adelante.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, deseo agradecer a mi asesor de tesis, Dr. Fernando Fernández Fernández, por la dedicación y el apoyo que me brindo para realizar este trabajo. Gracias por la confianza y tiempo ofrecido desde que llegue a esta escuela profesional.

Asimismo, agradezco al, Dr. Alexander Obando por la revisión cuidadosa que ha realizado de este trabajo y sus valiosas sugerencias en momentos de duda y a la Dra. Verónica Román, por el material facilitado y las sugerencias recibidas para la elaboración de esta investigación.

Agradezco al Sr. Cesar Toledo, por brindarme el permiso de poder utilizar su establo para realizar dicho trabajo

Y a mi alma mater la Universidad Católica de Santa María, por acogerme y darme la oportunidad de formarme como profesional.

Pero un trabajo de investigación es también fruto del reconocimiento y del apoyo vital que nos ofrecen las personas que nos estiman, sin el cual no tendríamos la fuerza y energía que nos anima a crecer como personas y como profesionales.

Gracias a mis mejores amigos D, B, K, que siempre me han otorgado su apoyo moral y humano necesario en los momentos difíciles de este trabajo y esta profesión.

RESUMEN

Es una investigación experimental que se ha desarrollado en base a la Observación y la prueba estadística de T de Student lo cual nos ayuda dar una respuesta precisa en la investigación. Los instrumentos que se utilizarán para la investigación, son: sembrados con placas Petri y estadísticos. La muestra está constituida por 32 muestras de agua dividida en 2 partes 16 antes del tratamiento y 16 después del tratamiento.

Los objetivos e hipótesis de la investigación son los siguientes: Se determinó la cantidad de indicadores microbiológicos del agua en distintos puntos como bebederos de terneros, bebederos de vaquillas, bebederos de vaquillonas, bebederos de vacas y se determinó la cantidad de indicadores microbiológicos del agua una vez tratado con Peróxido de Hidrogeno en puntos como bebederos de terneros, bebederos de vaquillas, bebederos vaquillonas, bebederos de vacas. La hipótesis sostiene que: Dado que el agua que es destinada al consumo del animal está no pasa por un tratamiento de potabilización y es probable que se pueda encontrar contaminada con bacterias o elementos físico-químicos que dañan al animal y que el peróxido de hidrógeno disminuye la carga microbiana, elimina incrustaciones de suciedad, elimina las algas en la red y el biofilm de las tuberías, teniendo una reacción homogénea sobre toda la masa de agua a tratar, prolongando su acción a nivel del aparato digestivo consiguiendo una mejora en la producción de leche.

Los resultados más importantes son: En el periodo de la investigación, se representa el recuento de los cuatro tipos de bacterias que son los indicadores de la cantidad microbiológica de la muestra de agua de los tanques en el establo lechero antes del tratamiento, donde se observa que para *Escherichia coli* el mayor conteo es en el décimo tanque con 109000 UFC/100 ml y el menor conteo es en el primer, segundo y tercer tanque con 0 UFC/100 ml, para Coliformes Totales el mayor conteo es en el décimo tanque con 109600 UFC/100 ml y el menor conteo es en el primer, segundo y tercer tanque con 0 UFC/100 ml, para Enterobacterias el mayor conteo es en el décimo tanque con 125500 UFC/100 ml y el menor conteo es en el primer y segundo tanque con 0 UFC/100 ml, y por ultimo para Mesofilos Aerobios Totales el mayor conteo es en el primer tanque con 104400 UFC/100 ml y el menor conteo es en el décimo tanque con 2000 UFC/100 ml.

Luego después del tratamiento con Peróxido de Hidrogeno el resultado fue el recuento de los cuatro tipos de bacterias que son los indicadores de la cantidad microbiológica de la

muestra de agua de los tanques en el establo lechero, donde se observa que para *Escherichia Coli* el conteo de todos los tanques es de 0 UFC/100 ml, para Coliformes Totales el conteo de todos los tanques es de 0 UFC/100 ml, para Enterobacterias el conteo de todos tanques es de 0 UFC/100 ml excepto el octavo y decimo tanque es de 100 UFC/100 ml, y por ultimo para Mesofilos Aerobios Totales aun mostraron presencia mínima de bacterias. Concluyendo que después del tratamiento si baja completamente el índice microbiano en el agua.

Palabras claves: Mesofilos Aerobios Totales, Coliformes Totales, *Escherichia Coli*, Enterobacterias



SUMMARY

It is an experimental investigation that has been developed based on Observation and the statistical test of Student's T, which helps us give a precise answer in the investigation. The instruments that will be used for the investigation are: seeded with Petri dishes and statistics. The sample consists of 32 water samples divided into 2 parts 16 before treatment and 16 after treatment.

The objectives and hypotheses of the research are the following: The amount of microbiological indicators of the water was determined at different points such as calf drinkers, heifer drinkers, heifer drinkers, cow drinkers and the amount of microbiological indicators of the water was determined once treated with Hydrogen Peroxide at points such as calf waterers, heifer waterers, heifer waterers, cow waterers. The hypothesis holds that: Since the water that is destined for the animal's consumption is not undergoing a purification treatment and it is likely that it can be contaminated with bacteria or physical-chemical elements that harm the animal and that hydrogen peroxide decreases the microbial load, eliminates dirt incrustations, eliminates algae in the network and the biofilm of the pipes, having a homogeneous reaction over the entire mass of water to be treated, prolonging its action at the level of the digestive system, achieving an improvement in the production of milk.

The most important results are: In the research period, the count of the four types of bacteria is represented, which are indicators of the microbiological quantity of the water sample from the tanks in the dairy barn before treatment, where it is observed that for Escherichia Coli the highest count is in the tenth tank with 109000 CFU / 100 ml and the lowest count is in the first, second and third tanks with 0 CFU / 100 ml, for Total Coliforms the highest count is in the tenth tank with 109600 CFU / 100 ml and the lowest count is in the first, second and third tanks with 0 CFU / 100 ml, for Enterobacteria the highest count is in the tenth tank with 125 500 CFU / 100 ml and the lowest count is in the first and second tank with 0 CFU / 100 ml, and finally for Total Aerobic Mesophilic the highest count is in the first tank with 104 400 CFU / 100 ml and the lowest count is in the tenth tank with 2000 CFU / 100 ml

Then, after the treatment with Hydrogen Peroxide, the result was the count of the four types of bacteria that are the indicators of the microbiological quantity of the water sample from the tanks in the dairy barn, where it is observed that for Escherichia Coli the count

of All tanks are 0 CFU / 100 ml, for Total Coliforms the count of all tanks is 0 CFU / 100 ml, for Enterobacteria the count of all tanks is 0 CFU / 100 ml except the eighth and tenth tanks is 100 CFU / 100 ml, and finally for Total Aerobic Mesophilic they still showed minimal presence of bacteria. Concluding that after the treatment if the microbial index in the water drops completely.

Key Words: Total Aerobic Mesophilic, Total Coliforms, *Escherichia Coli*, Enterobacteriaceae



INTRODUCCIÓN

La calidad de cualquier masa de agua, superficial o subterránea depende tanto de factores naturales como de la acción humana. Sin la acción humana, la calidad del agua vendría determinada por la erosión del substrato mineral, los procesos atmosféricos de evapotranspiración y sedimentación de lodos y sales, la lixiviación natural de la materia orgánica y los nutrientes del suelo por los factores hidrológicos, y los procesos biológicos en el medio acuático que pueden alterar la composición física y química del agua (1).

Por lo general, la calidad del agua se determina comparando las características físicas y químicas de una muestra de agua con unas directrices de calidad del agua o estándares. En el caso del agua potable, estas normas se establecen para asegurar un suministro de agua limpia y saludable para el consumo y, de este modo, proteger la salud. Estas normas se basan normalmente en unos niveles de toxicidad científicamente aceptables tanto para los humanos, animales como para los organismos acuáticos (2).

El deterioro de la calidad del agua se ha convertido en motivo de preocupación a nivel mundial con el crecimiento de la población, la expansión de la actividad industrial, ganadera y agrícola y la amenaza del cambio climático como causa de importantes alteraciones en el ciclo hidrológico (2).

A nivel global, el principal problema relacionado con la calidad del agua lo constituye la eutrofización, que es el resultado de un aumento de los niveles de nutrientes (generalmente fósforo y nitrógeno) y afecta sustancialmente a los usos del agua. Las mayores fuentes de nutrientes provienen de la escorrentía agrícola y de las aguas residuales domésticas (también fuente de contaminación microbiana), de efluentes industriales y emisiones a la atmósfera procedentes de la combustión de combustibles fósiles y de los incendios forestales. Los lagos y los pantanos son especialmente susceptibles a los impactos negativos de la eutrofización debido a su complejo dinamismo, con un periodo de residencia del agua relativamente largo, y al hecho de que concentran los contaminantes procedentes de las cuencas de drenaje. Las concentraciones de nitrógeno superiores a 5 miligramos por litro de agua a menudo indican una contaminación procedente de residuos humanos o animales o provenientes de la escorrentía de fertilizantes de las zonas agrícolas (1).

INDICE

DICTAMEN APROBATORIO

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

SUMMARY

INTRODUCCIÓN

CAPITULO I PLANTEAMIENTO TEÓRICO	1
1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	2
1.1. Enunciado del problema	2
1.2. Descripción del problema	2
1.3. Justificación del trabajo	2
1.3.1. Aspecto general	2
1.3.2. Aspecto tecnológico	2
1.3.3. Aspecto social	3
1.3.4. Aspecto económico	3
1.3.5. Importancia del trabajo	3
1.4. Objetivos	3
1.4.1. Objetivo general	3
1.4.2. Objetivos específicos	4
1.5. Planteamiento de hipótesis	4
CAPITULO II MARCO TEÓRICO.....	5
2. MARCO TEORICO O CONCEPTUAL	6
2.1. Análisis bibliográfico	6
2.1.1. El agua	6
2.1.2. Calidad de agua	6
2.1.3. Clasificación Sanitaria del Agua	7
2.1.4. La actividad ganadera y su relación con la calidad del agua	7
2.1.5. Consumo de Agua.....	8
2.1.5.1. Consumo de Agua en Terneros	10
2.1.6. Criterios de Calidad de Agua	13
2.1.6.1. Indicadores Físicos del agua	14
2.1.6.1.1. Turbidez	14

2.1.6.1.2.	Color.....	14
2.1.6.1.3.	Olor y sabor.....	14
2.1.6.1.4.	Temperatura	15
2.1.6.1.5.	Conductividad	15
2.1.6.2.	Indicadores Químicos del agua	15
2.1.6.2.1.	Dureza.....	15
2.1.6.2.2.	pH	16
2.1.6.2.3.	Oxígeno disuelto	16
2.1.6.2.4.	Cloro residual	17
2.1.6.2.5.	Solidos.....	17
2.1.6.2.5.1.	Sulfatos	18
2.1.6.2.5.2.	Cloruros	19
2.1.6.2.5.3.	Carbonatos y Bicarbonatos	19
2.1.6.2.5.4.	Alcalinidad total (mg/l de CaCo3).....	19
2.1.6.2.5.5.	Sodio	20
2.1.6.2.5.6.	Potasio	20
2.1.6.2.5.7.	Calcio	21
2.1.6.2.5.8.	Magnesio	21
2.1.6.2.5.9.	Arsénico	21
2.1.6.2.5.10.	Flúor.....	22
2.1.6.2.5.11.	Cobre	22
2.1.6.2.5.12.	Hierro.....	22
2.1.6.2.5.13.	Nitratos y Nitritos.....	23
2.1.6.3.	Indicadores Microbiológicos del agua	24
2.1.6.3.1.	Microbiología del agua.....	24
2.1.6.3.2.	Flora microbiana del agua	25
2.1.6.3.3.	Enterobacterias	25
2.1.6.3.4.	<i>Echerichia Coli</i>	25
2.1.6.3.5.	Coliformes Totales.....	26
2.1.6.3.6.	Mesofilos Totales	26
2.1.7.	Pruebas bacteriológicas para determinar calidad de agua	26
2.1.7.1.	Método de membrana filtrante	27
2.1.7.2.	Métodos de tubos múltiples de fermentación	28
2.1.7.3.	Prueba de presencia – ausencia	29
2.1.7.4.	Medios de cultivo	29
2.1.8.	Pruebas físico – químicos para determinar la calidad de agua	31

2.1.8.1.	Análisis gravimétricos	32
2.1.8.2.	Análisis volumétricos	33
2.1.8.3.	Análisis colorimétricos	33
2.1.8.4.	Técnica de electrodo.....	36
2.1.9.	Tratamiento del agua	37
2.1.9.1.	Filtros de carbón activo.....	37
2.1.9.2.	Aireación.....	38
2.1.9.3.	Radiación ultravioleta	38
2.1.9.4.	Ozonización	38
2.1.9.5.	Destilación	39
2.1.9.6.	Intercambio iónico.....	39
2.1.9.7.	Filtros mecánicos	39
2.1.9.8.	Ósmosis inversa	39
2.1.9.9.	Filtros químicos.....	40
2.1.9.10.	Cloración.....	40
2.1.9.11.	Peróxido de hidrógeno – nitrato de plata	40
2.1.10.	Para garantizar la sanidad del agua debemos tener en cuenta dos aspectos importantes:	45
2.1.10.1.	Uso en granja	46
2.2.	Antecedentes de investigación	47
2.2.1.	Revisiones de tesis universitarias.....	47
CAPITULO III PLANTEAMIENTO OPERACIONAL.....		52
3.	MATERIALES Y METODOS.....	53
3.1.	Materiales	53
3.1.1.	Localización del trabajo	53
a.	Localización Espacial.....	53
b.	Localización Temporal	53
3.1.2.	Materiales biológicos.....	53
3.1.3.	Materiales de Laboratorio	53
3.1.4.	Materiales de campo.....	54
3.1.5.	Equipos de laboratorio	54
3.1.6.	Otros materiales.....	54
3.2.	Métodos.....	55
3.2.1.	Muestreo.....	55
-	Universo	55
-	Tamaño de la muestra	55

- Procedimiento de muestreo	55
3.2.2. Métodos de evaluación:	56
a. Metodología de la experimentación	56
b. Recopilación de la información	58
- En el campo	58
- En el laboratorio	58
- En la biblioteca.....	58
- En otros ambientes generadores	58
3.2.3. Variables de respuesta	59
3.3. Evaluación Estadística.....	59
3.3.1. Diseño Experimental	59
3.3.1.1. Unidades Experimentales	59
3.3.2. Análisis Estadístico	60
3.3.2.1. Análisis y Procesamiento de datos	60
CAPITULO IV RESULTADOS	61
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	62
4.1. Cuadros de resultados antes del tratamiento	62
4.2. Cuadros de resultados después del tratamiento	66
4.3. Análisis estadísticos	71
4.4. Pruebas de significancia	71
4.5. Diagramas o gráficas de resultados	72
5. CONCLUSIONES	74
6. RECOMENDACIONES	75
7. REFERENCIA.....	76
8. ANEXOS	80



CAPITULO I PLANTEAMIENTO TEÓRICO

1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Enunciado del problema

Calidad de agua bebible para vacunos de un establo lechero del distrito de Majes, en la Provincia de Arequipa, Departamento de Arequipa 2019.

1.2. Descripción del problema

En el distrito de Majes en su mayoría de las zonas no se realiza la potabilización de sus aguas.

Por lo tanto, al no abastecer de agua potable a establos se hace necesario un estudio para determinar la calidad del agua de consumo en vacunos, provenientes de los canales de regadío sin ser tratadas ni potabilizadas, llevando consigo contaminantes como bacterias, protozoos, hongos, virus, algas, etc., y unos de los principales causantes de problemas gastrointestinales en el consumo de agua (3).

1.3. Justificación del trabajo

1.3.1. Aspecto general

Que el estudio de la calidad de agua bebible en vacunos es muy necesario porque es un elemento de mucha importancia para la producción de leche, ya que en dichas aguas provenientes del canal de regadío existe la presencia de metales pesados, sedimentos y de microorganismos que afecta en la salud provocando algunas enfermedades, problemas gastrointestinales y baja producción de leche.

1.3.2. Aspecto tecnológico

Con esta investigación, proporcionaremos información que evidencie la calidad de agua bebible que se les da a los vacunos emitiendo resultados en menor tiempo, con medios cromogénicos.

1.3.3. Aspecto social

Con dicha investigación se pretende obtener resultados óptimos para mejorar la calidad de agua dada al animal para prevenir enfermedades y disminuyendo riesgos de dichas enfermedades que puede afectar en el tracto intestinal del animal, para así poder obtener una excelente producción y calidad de leche en vacunos.

1.3.4. Aspecto económico

Que el costo del tratamiento para una buena calidad de agua proporciona un menor gasto que el costo de tratamiento frente a enfermedades gastrointestinales que afecta al animal.

El cual aumentara la producción de leche en el establo y por ende aumentara la ganancia de ingresos.

1.3.5. Importancia del trabajo

El análisis de la calidad de agua es de mucha importancia por que determina el peligro que puede ocasionar en la salud del animal, ya que el agua es prescindible en muchos aspectos.

Con los resultados de la investigación se podrá establecer medidas de prevención y orientación para el cuidado del animal. Se podrá establecer un modo eficaz, económico y que no cause riesgo ni peligro al animal que lo consume.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Se realizó el análisis del agua de consumo animal en un establo lechero situado en la sección B de la Irrigación de Majes, mediante reactivo de unidades formadoras de colonias.

1.4.2. Objetivos específicos

1. Se procedió con los análisis de la cantidad de indicadores microbiológicos del agua en distintos puntos como bebederos de terneros, bebederos de vaquillas, bebederos de vaquillonas, bebederos de vacas.
2. Se procedió con los análisis de la cantidad de indicadores microbiológicos del agua una vez tratado con Peróxido de Hidrogeno en puntos como bebederos de terneros, bebederos de vaquillas, bebederos vaquillonas, bebederos de vacas.

1.5. Planteamiento de hipótesis

Dado que el agua que es destinada al consumo del animal está no pasa por un tratamiento de potabilización y es probable que se pueda encontrar contaminada con bacterias o elementos físico-químicos que dañan al animal y que el peróxido de hidrógeno disminuye la carga microbiana, teniendo una reacción homogénea sobre toda la masa de agua a tratar, prolongando su acción a nivel del aparato digestivo consiguiendo una mejora en la producción de leche.



CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2. MARCO TEORICO O CONCEPTUAL

2.1. Análisis bibliográfico

2.1.1. El agua

El agua se compone de tres átomos, dos de hidrogeno y uno de oxigeno que unidos entre si forman una molécula de agua, H₂O, la unidad mínima en que esta se puede encontrar. La forma en que estas moléculas se unen entre si determinara la forma en que encontramos el agua en nuestro entorno, como líquidos, en lluvias, ríos, océano, camanchaca (neblina), etc. Como sólidos en témpanos y nieves o como gas en las nubes (4).

2.1.2. Calidad de agua

El término de “Calidad de agua” es una expresión de empleo muy generalizada cuyo espectro es de significado muy amplio. Todos los empleos del agua deben subordinarse a la necesidad del hombre o animal de disponer de un fluido sano para su consumo. El agua destinada a la bebida y la preparación de alimentos debe estar exenta de cualquier organismo capaz de provocar enfermedades y de cualesquiera minerales y sustancias orgánicas que puedan producir efectos fisiológicos perjudiciales. Para fomentar el consumo de este líquido, el agua debe ser aceptable desde el punto de vista estético; por ejemplo, debería de estar exenta de turbidez, color y olor perceptibles, así como de cualquier sabor desagradable. El agua de bebida debe tener también una temperatura razonable. Esta agua recibe la denominación de “potable” lo que significa que puede consumirse en cualquier cantidad sin provocar efectos perjudiciales sobre la salud. La calidad de agua es dinámica, y sus parámetros en constante evolucionan exigen que el técnico de agua se mantenga en contacto constante con muchos sectores del mundo científico. El químico, el bacteriólogo, el biólogo y el toxicólogo están progresando constantemente en todo lo que respecta a las técnicas de valoración y cuantificación de los parámetros de la calidad de este líquido. No obstante, otros campos de la ciencia están dando lugar a la

aparición de nuevos productos y contaminantes del agua a un ritmo acelerado (5).

2.1.3. Clasificación Sanitaria del Agua

- **Aguas Potables:** Son aquellas cuyos caracteres organolépticos, físico-químicos y microbiológicos corresponden a los aceptados por la reglamentación técnico-sanitaria para el abastecimiento y control de calidad de las aguas potables.
- **Aguas sanitarias permisibles:** Son aquellas en las que algunos de sus caracteres físico-químicos sobrepasan los límites tolerables, sin presentar productos tóxicos, ni elementos radioactivos, ni contaminación fecal. Su consumo será excepcional y con carácter temporal.
- **Agua no potable:** son aquellas cuyos caracteres, físico-químicos y/o caracteres microbiológicos o de radiactividad hacen imposible su distribución y consumo quedando prohibido su uso (6).

2.1.4. La actividad ganadera y su relación con la calidad del agua

El agua es un elemento indispensable para la vida, dentro del organismo animal cumple una serie de funciones, por lo tanto, es un alimento indispensable para el animal y su manejo dentro del sector ganadero.

El agua tiene diversas funciones dentro de un organismo animal como formar parte de los tejidos, ser un medio de transporte para los nutrientes y los materiales de desecho, ayudar a mantener la temperatura corporal, lubricar las articulaciones, ser componente de muchas reacciones químicas básicas.

Es, por tanto, un factor muy importante que el agua de bebida suministrada los animales sean potable, de calidad y de cantidad suficientes para que el rendimiento de la explotación sea óptimo (7).

2.1.5. Consumo de Agua

El consumo de agua por el animal está influenciando por muchos factores externos e internos que por lo general son muy difíciles de controlar (8). Es fundamental conocer la cantidad de agua que tomarán los animales en el momento más crítico para poder adecuar el sistema de abrevadero. Los requerimientos netos de agua de un animal están dados por la cantidad de agua necesaria para mantener el balance corporal. Las mismas equivalen a la suma de las pérdidas de agua en heces y orina, pérdidas evaporativas para disipación del calor, más el agua retenida en el cuerpo en tejidos para crecimiento y preñez, así como la secretada en leche. Estas cantidades no son fijas, sino que varían en función de numerosos factores (9).

Los factores que afectan los requerimientos de agua (consumo potencial) pueden ser agrupados en tres tipos principales:

- **Relativos al ambiente:** El factor más conocido de todos es el factor ambiente, y dentro de estos la temperatura. En el verano siempre hay una mayor evaporación en represas o estanques lo que debe tenerse muy en cuenta al considerar los requerimientos de reserva.

A medida que la temperatura de ambientes se eleva los animales mantienen su temperatura corporal constante, disipando el calor en exceso a través de la transpiración y evaporación pulmonar.

La tasa respiratoria aumenta, y junto con esta aumentan las necesidades de agua. Las demandas serán máximas en condiciones de elevada temperatura y clima seco. El acceso a sombra en épocas de temperatura elevada mejora la eficiencia de utilización del agua para bebida y el bienestar animal (9).

- **Relativas a la dieta:** Como regla general todos los forrajes secos y/o concentrados demandan mayor cantidad de agua, que los forrajes verdes. Existe una relación directa entre el consumo de materia seca (MS) y los requerimientos de agua. Animales con elevado consumo

de MS demandan mayor cantidad de agua. Como contraparte, una restricción en la oferta de agua ocasiona una reducción el consumo de MS, afectando indirectamente el nivel de producción esperado. Igualmente, un aumento en la concentración de materia seca en la dieta, así como de proteína, fibra o sal, incrementan marcadamente los requerimientos de agua.

El tipo de alimento ofrecido (concentrado, heno, ensilaje, forraje fresco) puede modificar los requerimientos de agua. Como ejemplo general podemos decir que cada 100 kilos de alimento ofrecido; los henos y los concentrados aportan 10 litros de agua solamente, los silos 70 litros, y las pasturas 80 litros (9).

- **Relativos al animal:** La lactación es el estado fisiológico que más incrementa los requerimientos de agua debido a que esta constituye el 87% de la leche. Esto determina que las vacas lecheras necesitan mayor proporción de agua en relación a su peso corporal que la mayoría de las especies domésticas. Hay una fuerte relación entre la tasa metabólica y el intercambio de agua corporal. Como consecuencia de esto los requerimientos de agua son mayores relativamente en animales jóvenes y altamente productivos que en animales viejos y menos productivos (cuadro 1) (9).

Cuadro 1. Consumo potencial de agua según peso, estado fisiológico y temperatura.

Temperatura	vacas lactando	vacas secas	animales en crecimiento		animales en terminación	
	409 kg	409 kg	108 kg	273 kg	364 kg	454 kg
4	43	25	15	20	28	33
10	48	27	16	22	30	36
14	55	31	19	25	34	41
21	64	37	22	30	41	48
27	68		25	34	47	55
32	61		36	48	66	78

Fuente: CF Winchester, M.J. Morris, citado por NRC, 2011

Vemos que la categoría que mayor cantidad de agua demandan diariamente son las vacas de cría lactando y animales en crecimiento y terminación en situación de elevada temperatura ambiente

Un bovino adulto consume entre un 8-10% de su peso en agua. Una vaca lechera puede consumir entre 38 y 110 litros de agua por día (l/d), un bovino para carne de 26 a 70 l/d, las hembras preñadas consumen más agua que las vacías, y las lactantes más que las secas (9).

2.1.5.1. Consumo de Agua en Terneros

El consumo de agua tiene un impacto importante sobre el consumo de alimento y por lo tanto del desarrollo ruminal, el agua fresca y limpia es necesaria para el desarrollo del rumen ya que una parte importante del desarrollo de los terneros es la habilidad de fermentar concentrado y forraje que además prepara al ternero para ser destetado. Para fermentar el sustrato, los microorganismos deben encontrarse en un medio acuoso por lo tanto sin suficiente agua los microorganismos no pueden crecer y el desarrollo ruminal es más lento, desafortunadamente muchos criadores no suministran agua a los terneros hasta alcanzar las 4 o más semanas de edad, los terneros necesitan agua fresca y limpia tan pronto posible (aprox. 3 días de edad). Cuando se tiene agua disponible, los terneros consumen mayor cantidad de concentrado, crecen más rápido y presentan menos casos de diarrea neonatal (10).

El agua es el principal estimulante del consumo de alimento sólido e influye directamente en proporcionar la humedad requerida por el rumen para el establecimiento y desarrollo de la flora microbiana (11).

El ternero, además de la dieta láctea, necesita consumir agua desde el comienzo de la crianza. El agua que reciban debe ser limpia, ojalá potable. Si ello no es posible, debe suministrárseles de la misma que consumen los habitantes del predio. La importancia del agua es que permite aumentar el consumo de dieta sólida, especialmente de concentrado (12).

El agua es un elemento esencial para los seres vivos. Los terneros, requieren de agua fresca y limpia desde el segundo a tercer día de vida, para el desarrollo temprano del rumen. Los microbios que se encuentran en el rumen, tiene la habilidad de fermentar los alimentos concentrados y forrajes. Para que esto suceda, se requiere tener medio acuoso, para así, ayudar a este proceso y estimular tempranamente el desarrollo y crecimiento de las papilas de la mucosa de la pared interna de los compartimentos del estómago (13).

Existe una estrecha dependencia entre consumo de agua y de concentrado. Cercano al destete puede haber consumos de entre 3 y 4 litros de agua al día, cuando los terneros están consumiendo alrededor de 1,5 Kg de concentrado (13).

Agua fresca y limpia es crítica para el desarrollo del rumen. Una parte importante del desarrollo de los terneros es la habilidad del rumen de fermentar el concentrado y forraje que consumen. Esto se llama desarrollo del rumen, y es necesario antes que el ternero pueda ser destetado. La fermentación del alimento en el rumen produce ácidos grasos volátiles (VFA, por sus siglas en inglés, volatile fatty acids). Estos ácidos causan cambios dramáticos en el tamaño y actividad del rumen, y preparan al ternero para el destete. A menos que el ternero consuma suficiente alimento seco durante las primeras semanas de vida, el destete será retrasado, o fracasara (14).

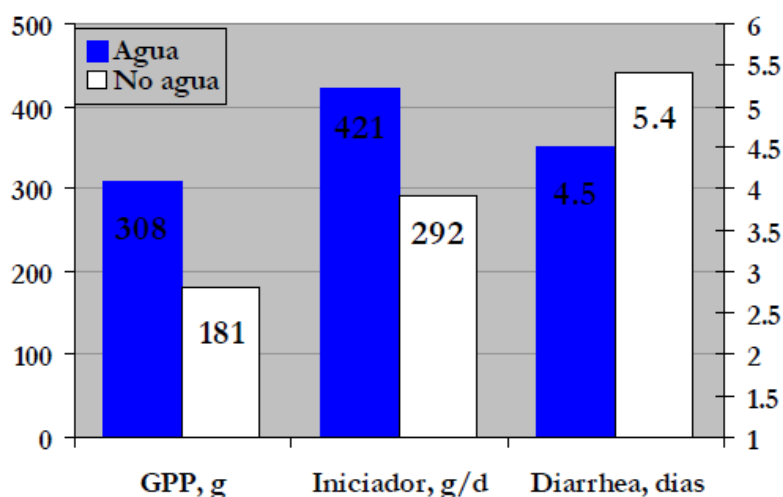
La bacteria del rumen es responsable por la fermentación del iniciador de terneros y del grano a VFA en el rumen. Para fermentar el substrato, la bacteria del rumen debe encontrarse en un ambiente acuoso. Sin suficiente agua, la bacteria no puede crecer, y el desarrollo ruminal es más lento. Aquí es donde afecta a los productores directamente – la mayor parte del agua que entra al

rumen proviene del agua ingerida por el animal. Si el agua es ofrecida a los terneros desde muy temprana edad, esto no es usualmente un problema; los terneros van a beber suficiente agua para la bacteria del rumen y para placar su sed (14).

La leche o sustituto de leche no constituyen “agua extra”. Cuando la leche o sustituto de leche es alimentado al ternero, esto es desviado del rumen y el retículo por la acción del canal esofágico (esophageal groove). El canal esofágico se encuentra activo en los terneros hasta las 12 semanas de edad. El canal se cierra en respuesta a una estimulación nerviosa, desviando la leche del retículo y rumen hacia dentro del abomaso. El cierre del canal ocurre ya sea que los terneros sean alimentados con cubeta o botella. Por consiguiente, la alimentación con sustituto de leche no deberá ser interpretado como fuente de “suficiente agua”. Los terneros necesitan agua fresca y limpia tan pronto como sea posible (como a los 3 días de edad) (14).

El consumo de agua extra ha mostrado que incrementa el peso ganado, la absorción del iniciador, y reduce la cantidad de casos de diarrea neonatal (esquema 1). Cuando se tiene agua disponible, los terneros consumen mayor cantidad de iniciador para terneros, crecen más rápido, y presentan menos días diarrea neonatal. Proporcionar agua es fácil de hacer, simple y puede tener un impacto inmediato en su operación. Si no está ofreciéndole agua extra a sus terneros a partir de los 3 días de vida, es tiempo de hacerlo (14).

Esquema 1: Consumo de agua



Fuente: Kertz, 1984.

Ofrecer agua en el invierno puede ser un reto significativo en los establos norteños. Sin embargo, los terneros aun necesitan agua, incluso cuando hace frio. Incluso en climas inviérnales fríos, el agua es importante. De hecho, el agua es especialmente importante en el invierno, para permitir al ternero “empezar” con alimento seco lo más tempranamente posible con lo que puede obtener energía adicional y proteína del iniciador y de la paja. Algunas veces, va a ser necesario traer agua tibia como un alimento adicional para asegurarse que los terneros tienen suficiente agua líquida disponible. Algunos productores han tenido éxito proporcionando agua tibia por alrededor de una hora por la mañana y por la tarde y durante el mediodía. Después de una hora el agua es removida para evitar que se congele (14).

2.1.6. Criterios de Calidad de Agua

A la hora de analizar y determinar la calidad del agua en una explotación animal podemos utilizar tres criterios:

2.1.6.1. Indicadores Físicos del agua

2.1.6.1.1. Turbidez

Es un estimador simple de los sólidos en suspensión. Se aplica a las aguas que contienen materia en suspensión en tal medida que interfiere con el paso de la luz a través del agua. A mayor penetración de la luz solar en la columna de agua, es menor la cantidad de sólidos o partículas en suspensión en la columna de agua y viceversa. Esto relacionado con el uso del suelo, tipo de suelos, cobertura del suelo, y periodos de muestreos, entre otros (15).

2.1.6.1.2. Color

Las causas más comunes de color del agua son la presencia de hierro y manganeso coloidal o en solución; el contacto del agua con desechos orgánicos, hojas madera, raíces, etc., en diferentes estados de descomposición, y la presencia de taninos, ácido húmico y algunos residuos industriales. El color natural en el agua existe principalmente por efecto de partículas coloidales cargadas negativamente; debido a esto, su remoción puede lograrse con ayuda de un coagulante de una sal de iones metálicos trivalentes como el Al^{+++} o el Fe^{+++} (16).

2.1.6.1.3. Olor y sabor

Los olores y sabores en el agua con frecuencia ocurren juntos y en general son prácticamente indistinguibles. Muchas pueden ser las causas de olores y sabores en el agua; entre las más comunes se encuentran materia orgánica en solución, H_2S , cloruro de sodio, sulfato de sodio y magnesio, hierro y manganeso, fenoles, aceites, productos de cloro, diferentes especies de algas, hongos, etc. (16).

2.1.6.1.4. Temperatura

Los datos sobre la temperatura del agua son necesarios cuando se utiliza como refrigerante o en procesos industriales, así como para el cálculo de la solubilidad del origen y del equilibrio dióxido de carbono-bicarbonato. Con la sola medición de la temperatura se puede identificar fuentes de agua como los pozos profundos. La temperatura de agua potable influye en su sabor. Además, es importante en relación con el uso del agua para baño y riego agrícola (SNMPE, 2012) (17).

2.1.6.1.5. Conductividad

Medir la conductividad del agua puede servir como indicador del total de sólidos disueltos que esta contiene. Es un procedimiento rápido y económico, que dependerá de la temperatura del agua. Multiplicando la conductividad por un factor corrector podremos calcular TDS (18).

2.1.6.2. Indicadores Químicos del agua

2.1.6.2.1. Dureza

Básicamente, la dureza permite evaluar la capacidad de un agua para reaccionar ante un jabón. Este parámetro hace referencia, principalmente, a las concentraciones de sales de calcio y magnesio (agua con más de 120 mg/l de CaCO_3 es considerada dura y si supera los 500 mg/l puede tener efecto laxante). La dureza del agua de bebida varía entre 10 mg/l y 500 mg/l.

Su control es importante porque la precipitación de estas sales puede producir obstrucciones del sistema de distribución de agua y porque altos niveles de calcio, magnesio o hierro puede inactivar ciertos medicamentos (18).

2.1.6.2.2. pH

Es el grado de acidez o alcalinidad de agua y depende de la estructura geológica de los suelos que atraviesa, normalmente el pH de las aguas naturales se sitúa entre 6 y 9. El pH es un parámetro instantáneo, que se puede medir sobre el terreno por comparación de tiras colorimétricas con una escala de referencia.

El pH del agua de bebida debe oscilar entre 6,5 y 8,5. Un pH inferior a 5,5 puede producir acidosis y reducción de la ingesta de alimentos. Valores elevados debilitan el efecto de la cloración del agua, mientras que niveles de pH bajos pueden ser la causa de la precipitación o inactivación de algunos medicamentos que a veces se ofrecen en el agua de bebida (antibióticos o antiparasitarios). Por otra parte, niveles de pH menores de 6,5 o superiores a 8,5 pueden causar corrosión del sistema de distribución del agua, favoreciendo la contaminación del agua de bebida con metales tales como el hierro, el cobre, el plomo o el cadmio (18).

2.1.6.2.3. Oxígeno disuelto

El oxígeno disuelto es uno de los parámetros más relevantes a la hora de evaluar la calidad del agua. Está asociado a la contaminación orgánica. Su concentración aumenta al disminuir la temperatura y la salinidad y posee una relación directa con la pendiente y la aireación del cauce. Cuando existen condiciones aeróbicas se produce una mineralización que consume oxígeno y produce gas carbónico, nitratos y fosfatos. Una vez que se consume todo el oxígeno comienza la descomposición anaeróbica que produce metano, amonio, sulfuro de hidrogeno y mercaptanos (15).

2.1.6.2.4. Cloro residual

El cloro es un producto químico utilizado en la desafección del agua. Su medida es importante y servir para controlar la dosificación que se está aplicando y también para seguir su evolución durante el tratamiento (17).

2.1.6.2.5. Solidos

Resulta difícil fijar los límites en cuanto al contenido en sales para los bóvidos, porque dependerá del tipo de producción. El total de solidos disueltos es la suma de las concentraciones de todo lo disuelto en el agua (18).

En general, la salinidad del agua es uno de los factores que determina si una fuente de agua es apropiada para el ganado. La mayoría de las sales disueltas en el agua son compuestos inorgánicos, como sulfatos, cloruros, carbonatos y bicarbonatos de Ca, Mg y Na. Dentro de las sales contenidas en el agua, los sulfatos son más perjudiciales que los cloruros y las sales inorgánicas más perjudiciales que las orgánicas. La alta salinidad limita el consumo de agua y, como consecuencia, el de materia seca de alimentos de alta calidad, aumenta la velocidad de transito gastrointestinal haciendo menos eficiente la utilización de los nutrientes, y aporta exceso de sales como los sulfatos, que pueden alterar la absorción de minerales (Cu, Zn), retardar el crecimiento y la disponibilidad de energía de la dieta (18).

Cuadro 2. Guía para el contenido de sólidos totales en el agua de bebida para bovinos.

Sólidos totales mg/L o ppm	Comentario
<1000 ppm	Aceptable sin reportarse efectos colaterales
1000–2999 ppm levemente salina	Puede causar diarreas temporales y pérdidas en producción de leche.
3000–4999 ppm: moderadamente salina	Puede causar diarrea, y pérdidas productivas más severas.
5000–6999 ppm: salina	El riesgo es muy elevado si gran parte del contenido son sulfatos. Se debería evitar para animales preñados y terneros jóvenes (cunas).
7000–10,000: muy salina	Evitar usarla en cualquier animal
>10,000 ppm: extremadamente salada	Insegura de todo punto de vista. Puede causar intoxicaciones severas.

Fuente: NRC, 2001.

2.1.6.2.5.1. Sulfatos

Los sulfatos, especialmente de magnesio o sodio, producen efectos negativos sobre la producción de carne o leche. Provocan diarreas y tiene sabor amargo que restringe el consumo, en especial, en animales no adaptados.

Está comprobado que con niveles relativamente bajos (+ 0,5 g/l) se producen interferencias con la absorción de cobre y tal vez con el calcio, magnesio y fosforo (cambio en el color del pelaje, pérdida de pelo alrededor de los ojos, anemia, debilidad y baja producción de leche). Sin embargo, animales adaptados pueden tolerar hasta 4 g/l.

Numerosos estudios demostraron que cuando el agua contiene hasta 1 g/l de sulfato de sodio se favorece la digestión de la fibra y el consumo de alimentos (19).

2.1.6.2.5.2. Cloruros

Los cloruros son generalmente de sodio, magnesio, calcio y potasio. Siendo más abundantes en aguas subterráneas, aunque es poco frecuente encontrar los niveles de estas sales superen los 2 o 3 g/l. El cloruro de Na es una sal beneficiosa, le da al agua el sabor salado y se definen como “aguas engordadoras” con niveles de aproximadamente 2 g/l, siempre y cuando los sulfatos no estén en exceso. Los cloruros de Ca y de Mg le dan gusto amargo y diarrea (19).

2.1.6.2.5.3. Carbonatos y Bicarbonatos

No se conocen efectos negativos para la producción animal, pero su combinación con el Ca y Mg definen la dureza del agua formando incrustaciones en las cañerías. La dureza se define como a concentración total de iones de Ca y Mg expresados en forma de carbonatos de Ca (CO_3Ca) en g/l. (19).

2.1.6.2.5.4. Alcalinidad total (mg/l de CaCO_3)

La alcalinidad mide la habilidad del agua para neutralizar un ácido. Niveles de alcalinidad superiores a 500 mg/l pueden causar diarreas. Al aumentar el nivel de alcalinidad disminuye el de sulfato (19).

2.1.6.2.5.5. Sodio

El cloruro de sodio (sal común) con niveles adecuados (+2 g/l) y bajos de sulfatos (< 1 g/l) es beneficioso, siempre y cuando no supere los 8 g/l, que provoca efectos negativos aun con animales adaptados sobre el consumo, la producción y reproducción (vacas de cría) (19).

Es difícil separar los efectos negativos de la sal común del resto de los compuestos salinos del agua. El excesivo consumo de sodio o sal común va a resultar en un menor consumo de agua, en pérdidas de peso y diarreas. Estos efectos se pueden comenzar a observar en vacas lecheras con concentraciones iniciales de 1000 mg Na⁺/L.

Los niveles tóxicos de sodio se pueden detectar en el cerebro, líquido cerebro espinal, y contenido ruminal de animales que han muerto por consumo de aguas altas en sal común. Niveles de sodio por sobre 9000 ppm en el rumen y 1800 ppm en el cerebro, son indicativos de intoxicación por sal en ganado lechero (20).

2.1.6.2.5.6. Potasio

El potasio se encuentra en muy pequeña cantidad a no ser que el agua contenga sedimentos de nitrato de potasa (fertilizante de origen natural), en ese caso el agua es muy toxica por el nitrato y el exceso de potasio (19).

2.1.6.2.5.7. Calcio

Para calcio no existen límites de toxicidad, aunque como se vio antes le otorga dureza al agua (19).

2.1.6.2.5.8. Magnesio

El magnesio es muy necesario en la alimentación del ganado bovino, sin embargo, en muchas aguas subterráneas se encuentra en exceso y más si esta combinado con sales de sulfato (sabor amargo).

Se considera valores máximos:

- Vacas lecheras de 250mg/l.
- Terneros destetados 400mg/l.
- Vacunos adultos 500mg/l.

De acuerdo a los niveles de arsénico y flúor que exista en el agua puede determinar que NO sea apta para consumo humano ni animal, debido a su alta toxicidad independientemente de la composición salina del agua (19).

2.1.6.2.5.9. Arsénico

Las sales de arsénico son muy solubles en agua. La presencia de arsénico en el agua tiene 3 posibles orígenes:

- a. Contaminación natural del agua subterránea (geología de los suelos).
- b. Contaminación con agroquímicos.
- c. Contaminación por desechos industriales.

Niveles de Tolerancia

- 0,05 g/l (0.05 ppm) para consumo humano
- 0,2 g/l (0.2 ppm) como consumo animal (19).

2.1.6.2.5.10. Flúor

El flúor es un contaminante muy serio en algunas partes del país. Presencia natural se relaciona con la presencia de un tipo de ceniza volcánica con altos niveles de este mineral. Tanto su deficiencia como su exceso producen trastornos óseos muy importantes en animales y humanos (19).

Los niveles peligrosos oscilan alrededor de 1,5 g/l (1.5 ppm) de flúor. La intoxicación se manifiesta por manchado de dientes y desgaste prematuro y desperejo de los dientes (19).

Otros metales:

La presencia de hierro, manganeso, plomo y otros minerales son muy poco frecuente a no ser que los pozos se encuentren en proximidad de yacimientos minerales de donde pueden recibir una seria contaminación, pero en estos casos más que en ningún otro se requiere un buen análisis de agua por la posibilidad (19).

2.1.6.2.5.11. Cobre

Con menos de 0.1 mg/l de cobre puede aparecer sabor a oxido en la leche y con niveles superiores a 0.6 mg/l de cobre se pueden observar daños hepáticos en vacas lecheras (19).

2.1.6.2.5.12. Hierro

Niveles superiores a 0.1 mg/l de hierro pueden causar carnes rojas en terneras. Además, propiciar el crecimiento de la bacteria del hierro que produce olores fétidos y taponamiento de los sistemas de

agua. Niveles sobre 0.3 mg/l puede también causar una reducción en el consumo de agua y afecta la producción de leche. Solamente con 0.1 mg/l puede causar un sabor a oxido en la leche (19).

2.1.6.2.5.13. Nitratos y Nitritos

Estos son compuestos nitrogenados y su presencia indica contaminación con materia orgánica o de contaminación con fertilizantes nitrogenados, los niveles máximos aceptados son <200 mg/l (vacas de cría) y <100 mg/l (engorde y leche). En el agua se encuentran nitratos que al ser ingerido por los rumiantes lo reducen a nitritos que son altamente tóxicos. Este efecto puede ser agravado si se consumen forrajes con altos niveles de nitratos, por ejemplo, un verdeo de invierno fertilizado con urea (19).

Nitratos y nitritos son solubles en agua y pueden ser infiltrados a los reservorios de agua. Niveles de 100 ppm no causan ningún problema al ganado. De 100 a 200 ppm no debe ser un problema para el ganado, pero se debe tener cuidado con efectos adictivos, cuando los animales son expuestos a alimentos que contienen niveles crecientes de nitratos (19).

En el cuadro 3 se presenta los límites máximos, con riesgo de toxicidad, de diferentes minerales en el agua para bovinos de carne o leche.

Cuadro 3: Límite máximo de minerales en el agua para bovinos de carne o leche

Elemento	Límite superior (mg/l)	Elemento	Límite superior (mg/l)
Aluminio	0,5	Cobre	0,1
Flúor	1,5	Arsénico	0,2
Manganeso	0,05	Boro	5,0
Mercurio	0,01	Cadmio	0,005
Níquel	0,25	Cromo	0,1
Selenio	0,05	Cobalto	1,0
Vanadio	0,1	Zinc	5,0
Hierro	0,1	Magnesio	250mg/l(vaca lechera) 400 mg/l (terneros) 500 mg/l (vacunos adultos)

Fuente: NRC, 2001

2.1.6.3. Indicadores Microbiológicos del agua

2.1.6.3.1. Microbiología del agua

El agua contiene suficientes sustancias nutritivas para permitir el desarrollo de diferentes microorganismos. Muchas de las bacterias del agua provienen del contacto con el aire, el suelo, animales o plantas vivas o en descomposición, fuentes minerales y materia fecal.

La transmisión de organismos patógenos a través del agua ha sido la fuente más grave de epidemias de algunas enfermedades. Entre las enfermedades más conocidas cuyos gérmenes pueden ser transmitidos por el agua están las siguientes:

a. Bacteriología

Las bacterias son las de distribución amplia y son organismos unicelulares muy pequeños y relativamente sencillos, cuyo material genético no está rodeado por una membrana nuclear especial, es por ello que se llaman procariotas (21) (22).

Las bacterias se encuentran en todas partes en el medio ambiente, en el suelo, aire y agua, están presentes dentro

y fuera de los cuerpos de todas las criaturas vivientes, incluyendo el hombre (21).

2.1.6.3.2. Flora microbiana del agua

El agua natural constituye un buen reservorio de microorganismos. No debe olvidarse que recibe y arrastra partículas cargadas de bacterias, de tal modo que en las cercanías de las grandes poblaciones incluso el agua de lluvia es portadora de un elevado número de microorganismo. Sin embargo, la mayoría de ellos sobreviven en periodos cortos de tiempo (23).

2.1.6.3.3. Enterobacterias

Las enterobacterias pueden comportarse como apatógenas, patógenas oportunistas o patógenas importantes. Las primeras, pueden encontrarse como contaminantes de muestras clínicas, siendo aisladas del ambiente y/o materia fecal, como es el caso de *Hafnia*; las enterobacterias patógenas oportunistas ocasionalmente producen enfermedad a nivel del tracto digestivo, mientras que las patógenas importantes pueden causar daños entéricos y sistémicos, por poseer una estructura antigénica compleja y producir varias toxinas y otros factores de virulencia (24).

2.1.6.3.4. *Echerichia Coli*

La bacteria mesófila *Escherichia coli* se caracteriza por poseer bacilos Gran negativos, no esporulante, catalasa positiva, oxidasa negativa forma parte de la microbiota intestinal de animales de sangre caliente y de los humanos y se excreta en gran número con las heces. Hay cepas patógenas y no patógenas. Forma parte del complejo de diarrea neonatal, enfermedad presente en las categorías

jóvenes, por su condición inmunológica. Puede cursar con una diarrea, que lleva a la pérdida de peso y retraso en el crecimiento, hasta la muerte del animal. La presencia de *Escherichia coli* puede estar relacionada con altos niveles de nitratos y nitritos, los cuales se comportan como agentes mutagénicos e interfieren en el metabolismo de la hemoglobina, entre otros. Es un agente de mastitis ambiental, pudiendo cursar el animal con una mastitis aguda, hasta la muerte del animal por shock endotóxico. Su presencia indica contaminación fecal (25).

2.1.6.3.5. Coliformes Totales

Algunas bacterias coliformes se encuentran en el suelo, aguas dulces o marinas. Otras en el tracto intestinal de animales de sangre caliente y de los humanos. Estas se excretan en gran número con las heces. La presencia de estos funciona como una alerta de que ocurrió contaminación, sin identificar el origen (25).

2.1.6.3.6. Mesofilos Totales

El recuento de colonias puede emplearse para evaluar el contenido bacteriano general del agua. Esto no representa el número total de microorganismos presentes, sino aquellos que tienen la capacidad de formar colonias visibles en medios nutritivos bajo ciertas condiciones (temperatura, tiempo y atmósfera respiratoria) (25).

2.1.7. Pruebas bacteriológicas para determinar calidad de agua

Los métodos de determinación de organismo indicadores de contaminación deben permitirnos tener resultados cuantitativos y cualitativos. Es necesario elegir los métodos y medio de aislamiento más

idóneos que proporcionen resultados uniformes. Pero lo tanto, la elección de un método apropiado debe implicar una técnica más simple, rápida y reproducible (26).

Los principales métodos utilizados para aislar microorganismos indicadores presentes en el agua con métodos de filtración de membrana (FM), el de tubos múltiples TM o el método del número más probable (NMP), así como las pruebas de presencia – ausencia (27), métodos cromogénicos (28), medio de agar nutritivo (6).

2.1.7.1. Método de membrana filtrante

Este método es una técnica aceptada para determinar el número de organismos coliformes totales y fecales de agua a través de un filtro de membrana, el cual consiste en pasar un volumen conocido de agua a través de un filtro especial el que es posteriormente incubado en un medio selectivo y diferencial bajo condiciones normalizadas.

Al usar esta prueba, el grupo de coliformes se define como al que incluye a todos los organismos que producen dentro de 24 horas siguientes una colonia oscura (verde purpura con brillo metálico) se forman colonias visualmente identificables, se procede al recuento, y los resultados se expresan en número de “unidades formadoras de colonias” (UFC) por 100ml de la muestra original (29) (27) (30).

Ventajas y desventajas:

- La ventaja más constante es la velocidad con la que se obtiene resultados, incluyendo el contaje de *Escherichia coli*, posibilitando una acción rápida para tomar las preocupaciones necesarias.
- En el laboratorio existe un ahorro de material y de labor técnica, además de poder realizarlo en lugares que no tengan laboratorio, debido a su simplicidad.

- Permite examinar grandes cantidades de agua.
- Desventajas se tiene que no se puede realizar esta prueba en aguas demasiadas turbias, lo que impide tener resultados fidedignos (29) (27) (30).

2.1.7.2. Métodos de tubos múltiples de fermentación

Designado con el nombre del número más probable (NMP), este método es indispensable para el análisis de las muestras muy turbias, que no se pueden analizar mediante el método de filtración con membrana. La técnica se aplica extensamente en los análisis del agua de beber, pero su aplicación lleva mucho tiempo y requiere más equipo, vidrio de laboratorio y otros materiales. Este método es más preciso que la técnica de filtración con membrana (27).

Este método se basa en el análisis por separado de varios volúmenes de la misma muestra. Cada volumen se mezcla con un medio de cultivo y se incuba. La concentración de microorganismos en la muestra original puede estimarse luego a partir de diversos resultados positivos (número de tubos de cada serie de volúmenes que muestren crecimiento), mediante los cuadros estadísticos que dan el número más probable por 100ml de la muestra original (27).

En el método de los tubos múltiples, se inoculan una serie de tubos que contienen un medio de cultivo selectivo apropiado con porciones de ensayo de una muestra de agua. Después de un periodo de incubación determinado a una temperatura dada, cada uno de los tubos en que se observa formación de gas se considera como un “presunto positivo” ya que el gas indica la posible presencia de coliformes. Sin embargo, hay otros microorganismos que también producen gas, por lo que es indispensable una prueba de confirmación subsiguiente. Las dos pruebas se conocen

respectivamente con los nombres de prueba presuntiva y prueba confirmatoria. (27).

Para la prueba confirmatoria, se inocula un medio de cultivo más selectivo con material tomado de los tubos positivos. Después de un tiempo de incubación apropiado, se examinan los tubos, como antes, para observar si se ha formado gas. El número más probable (NMP) de bacterias presentes puede estimarse entonces a partir de número de tubos inoculados y del número de tubos positivos obtenidos en la prueba confirmatoria, utilizando unos cuadros estadísticos especialmente elaborados con este fin (27).

2.1.7.3. Prueba de presencia – ausencia

Estas pruebas pueden ser apropiadas para la vigilancia del agua potable de buena calidad cuando se sabe que los resultados positivos son raros. No son pruebas cuantitativas y como su nombre lo indica, solo revelan la presencia o ausencia del indicador buscado. Estos resultados son de muy poca utilidad en los países o las situaciones en que la contaminación es común. Así pues, la práctica de las pruebas de presencia – ausencia no se recomienda para el análisis de aguas de superficie, de los abastecimientos para pequeñas comunidades no tratadas ni para el abastecimiento del agua más importantes en los que puede haber dificultades ocasionales de funcionamiento y mantenimiento (27).

2.1.7.4. Medios de cultivo

Los medios de cultivo es un sustrato o una solución de nutrientes que permite el desarrollo de microorganismos, en las condiciones de laboratorio para realizar un cultivo, se debe sembrar sobre el medio de cultivo elegido en donde los microorganismos van a crecer y multiplicarse y dar origen a colonias (31).

Clasificación de los medios de cultivo:

1. **Según su estado:** líquidos, semisólidos y sólidos.

2. **Según su finalidad**

- **No selectivos:** contienen nutrientes suficientes para soportar el crecimiento de gran variedad de microorganismos.
- **Selectivos:** permite el crecimiento de un solo tipo de microorganismos.
- **Diferenciales:** son medios de cultivo que permiten establecer diferencias entre diferentes tipos de microorganismos (32) (6).

Dentro de los, medios conocidos tenemos el agar nutritivo y medios cromógenos.

a. Medios de agar nutritivo

Uso:

Su indicación es un medio de usos corriente para el cultivo de gérmenes en general, así como su recuento (6).

Su uso esta descrito para el análisis de alimentos, aguas y otros materiales de importancia sanitaria (33).

b. Métodos cromogenicos

En la actualidad, se han desarrollado medio comerciales que permiten la detección rápida y simultanea de E. Coli y coliformes totales en agua, lo cuales emplean sustratos cromogenicos o fluorogénicos, y se ha descrito diversas aplicaciones de estos sustratos en la identificación de microorganismos (34).

Dentro de estos medios de cultivo pueden ser citados los medios: Agar chromocult, Rapid E. coli.

- **En el medio agar chromocult**, después de un periodo de incubación de 24 horas a 37°C, las colonias azul – violetas se

consideran posibles *E. coli*, esta coloración resulta de la ruptura del sustrato X-GLUC por la enzima GUD (34).

- **En el medio Rapid E. Coli**, aquellas colonias de color púrpura son el resultado del hidrólisis del sustrato Salmon Glu por la misma enzima, tras una incubación de 24 horas a 44°C (34).

La adición de sustratos fluorogénicos y cromogénicos a los medios de cultivo, ya sean sólidos o líquidos para detectar la actividad enzimática de coliformes totales y *E. coli* proporciona una mayor sensibilidad y rapidez en la estimación de la contaminación microbiana en agua potable (34).

Se fundamenta en el uso de un sustrato cromogénico específico de la enzima del microorganismo que se investiga. Esta enzima al actuar sobre estos sustratos genera en ellos un cambio en su estructura, que se evidencia por la formación de colonias coloreadas.

En base a esto se han desarrollado diferentes tipos de medios cromogénicos:

- a) Medios cromogénicos de orientación: permiten la identificación de múltiples microorganismos en un mismo medio
- b) Medios cromogénicos selectivos: permiten la identificación de un determinado grupo de microorganismos, inhibiendo el crecimiento de otros (35).

2.1.8. Pruebas físico – químicos para determinar la calidad de agua

Los análisis comunes en el campo del control de la calidad del agua se basan en principios analíticos relativamente directos. Los análisis cuantitativos se pueden efectuar por métodos gravimétricos,

volumétricos o colorimétricos. Es posible determinar la presencia de ciertos constituyentes por medio de diferentes tipos de electrodos y hay creciente interés en el desarrollo de técnicas automatizadas para el monitoreo continuo de parámetros importantes. Se debe reconocer que, debido a las bajas concentraciones de las impurezas en el agua, el trabajo de laboratorio frecuentemente es de naturaleza microanalítica, lo que requiere del uso de procedimientos cuidadosos (36).

2.1.8.1. Análisis gravimétricos

Esta forma de análisis depende del peso de los sólidos que se obtienen de la muestra por evaporación, filtración o precipitación. Debido a que dichos pesos son pequeños, se requiere una balanza con divisiones de 0.0001g y un horno de secado para eliminar toda la humedad de la muestra. Por todo esto, los análisis gravimétricos no son adecuados para efectuar pruebas en el lugar. Se aplican para determinar:

1. Sólidos totales y volátiles. Un volumen conocido de la muestra se vacía en un platillo de níquel previamente pesada; se evapora en baño maría, 103°C para aguas residuales y a 180°C para aguas potable, y se pesa nuevamente. El aumento en el peso se debe a los sólidos totales. La pérdida de peso al calcinar a 500°C representa los sólidos volátiles.
2. Sólidos en suspensión (SS). Se filtra al vacío un volumen conocido de la muestra con un papel de fibra de vidrio previamente pesado (Whatman GF/C) con un tamaño de poro de 0.45 μm . Los SS totales están dados por el aumento del peso después del secado a 103°C y los SS volátiles son aquellos que se pierden al calcinar a 500°C.
3. Sulfato. Las concentraciones de sulfato mayores de 10 mg/l se determinan al precipitar sulfato de bario después de agregar cloruro de bario. El precipitado se filtra de la muestra, se seca y se pesa (36).

2.1.8.2. Análisis volumétricos

Muchas determinaciones en el control de la calidad del agua se pueden desarrollar con rapidez y exactitud por medio de análisis volumétricos; una técnica que depende de la medición de volúmenes de un reactivo líquido de concentración conocida. Los elementos para el análisis volumétrico son relativamente simples:

1. Una pipeta para transferir un volumen conocido de la muestra a un matraz cónico.
2. Una solución estándar del reactivo apropiado. Es conveniente hacer la concentración de la solución estándar para que 1 ml de la solución sea químicamente equivalente a 1 mg de la sustancia bajo análisis.
3. Un indicador para saber cuándo se alcanza al punto final de la reacción. Los indicadores, pueden ser electrométricos, de ácido-base, de precipitación, de adsorción y de oxidación-reducción.
4. Una bureta graduada para la medición exacta del volumen de solución estándar necesario para alcanzar el punto final (36).

2.1.8.3. Análisis colorimétricos

Cuando se trata de bajas concentraciones, los análisis colorimétricos son muy apropiados y hay muchas determinaciones en el control de la calidad del agua que se pueden efectuar rápida y fácilmente con esta forma de análisis.

Para ser cuantitativo, un método colorimétrico debe basarse en la formación de un producto completamente soluble con un color estable. La solución coloreada debe reaccionar en la forma indicada en las siguientes leyes:

I. Ley de Beer:

La absorción de la luz aumenta exponencialmente con la concentración de la solución absorbente.

II. Ley de Lambert:

La observación de la luz aumenta exponencialmente con la longitud de la trayectoria de luz (36).

El color producido se puede medir por varios métodos:

1. Métodos visuales:

- a) Tubos de comparación (tubos de Nessier). Se prepara un juego estándar de concentraciones de la sustancia bajo análisis y se agrega el reactivo apropiado. La muestra desconocida se trata de la misma manera y se compara hasta que coincida con los estándares mediante la observación de las soluciones contra fondo blanco. El procedimiento toma tiempo ya que los estándares se decoloran y deben prepararse de nuevo a ciertos intervalos.
- b) Discos de color. En este caso los estándares están en la forma de una serie de filtros de vidrio debidamente coloreados a través de los cuales se observa una profundidad estandar de agua destilada o muestras sin los reactivos que forman el color la muestra en un tubo similar se compara contra el disco de color y se selecciona la mejor coincidencia visual.

Ambos métodos dependen de juicios un poco subjetivos, razón por la cual la reproducibilidad entre analistas diferentes puede no ser aceptable. El método de discos de colores es muy conveniente para usarlo en el lugar de trabajo ya que hay un amplio surtido de discos y de reactivos (36).

2. Métodos instrumentales:

- a) Absorciómetro o colorímetro. Este tipo de instrumento consiste de una celda de vidrio para la muestra a través de la cual para un rayo de luz de una lámpara de bajo voltaje. La

luz que atraviesa la muestra la detecta una celda fotoeléctrica que registra la intensidad en una caratula calibrada. La sensibilidad se aumenta con el uso de celdas de muestra de diferente longitud (36).

- b) Espectrofotómetro. Este es un instrumento más exacto, con el mismo principio básico que un absorciómetro, pero con el empleo de un prisma para proyectar luz monocromática de la longitud de onda deseada. De esta manera se aumenta la sensibilidad y con los instrumentos más caros se pueden llevar a cabo mediciones en las regiones del infrarrojo y ultravioleta, así como en las bandas de onda de la luz visible (36).

Con ambos tipos de instrumentos se usa un testigo de la muestra sin el último reactivo que forma el color para fijar la posición cero de densidad óptica. Después se pone la muestra tratada en la trayectoria de la luz y se anota la densidad óptica. La curva de calibración que resulta de determinar la densidad óptica a partir de una serie de patrones conocidos para la longitud de onda optima, se obtiene de libros de referencia analítica o por experimentación. En cualquier forma de análisis colorimétrico, es importante asegurarse que se ha alcanzado un desarrollo completo de color antes de hacer las mediciones y que se ha extraído toda materia en suspensión de la muestra. Como la substancia suspendida impide la transmisión de la luz, su presencia reduce la sensibilidad de la determinación y los resultados serán erróneos, a menos que el testigo tenga una concentración de sólidos en suspensión idéntica a la de la muestra. Es oportuno mencionar que la turbidez en las muestras se determina por nefelometría, una técnica fotoeléctrica que mida la dispersión de la luz por las partículas coloidales (36).

2.1.8.4. Técnica de electrodo

La mediación de parámetros tales como pH y el potencial de O-R por medio de electrodos se usan ampliamente desde hace muchos años y la tecnología para esos electrodos está bien establecida. El pH se mide por el potencial que produce un electrodo de vidrio, que tiene un área especial sensible y un electrolito ácido; dicho electrodo se usa junto con un electrodo de calomel como referencia. La señal de salida del electrodo de pH se alimenta de un amplificador y luego a un medidor o pantalla digital. Existe un amplio surtido de electrodos de pH, incluyendo unidades combinadas de vidrio y de referencia, así como también unidades reforzadas especiales para uso en el lugar donde se obtuvo la muestra. El potencial de O_R se mide con una sonda de óxido-reducción con un electrodo de platino y un electrodo de calomel como referencia (36).

Los avances más recientes en la tecnología de electrodos han dado como resultado una gran variedad de electrodos, algunos de los cuales son muy útiles en el control de la calidad del agua. Probablemente el más útil de todos es el nuevo electrodo de oxígeno. Estos electrodos de OV vienen en varias configuraciones que usan celdas de plomo/plata, carbón/plata u oro/plata, forradas con una película de polietileno. El polietileno es permeable al oxígeno de modo que el oxígeno en la muestra entra en la celda y altera su potencial eléctrico de salida en proporción a la concentración de oxígeno. Se dispone ya de un número en aumento de electrodos específicos para determinaciones de NH_4^+ , NO_3^- , Ca^{++} , Na^+ , Cl^- , Br^- , F^- , etc. Con estos electrodos se efectúan mediciones rápidas hasta de concentraciones muy bajas, pero son relativamente costosos y en algunos casos su estabilidad no es muy alta (36).

2.1.9. Tratamiento del agua

Una vez que hemos determinado que el agua de nuestra explotación contiene cierta sustancia en exceso y/u otras que consideramos indeseables para la salud de nuestros animales, debemos intentar solucionar este problema (18).

El tratamiento del agua se basa, fundamentalmente, en tres procesos:

1. Procesos físicos que dependen esencialmente de las propiedades físicas de la impureza, como tamaño de partícula, peso específico, viscosidad, etc. Ejemplos comunes de este tipo de procesos son: cribado, sedimentación, filtrado, transferencia de gases.
2. Procesos químicos que dependen de las propiedades químicas de una impureza o que utilizan las propiedades químicas de reactivos agregados. Algunos procesos químicos son: coagulación, precipitación, intercambio iónico.
3. Procesos biológicos que utilizan reacciones bioquímicas para quitar impurezas solubles o coloidales, normalmente sustancias orgánicas. Los procesos biológicos aerobio incluyen filtrado biológico y los lodos activados. Los procesos de oxidación anaerobia se usan para la estabilización de lodos orgánicos y desechos orgánicos de alta concentración (36).

La gran mayoría de los microorganismos patógenos se pueden eliminar mediante la aplicación de técnicas de limpieza del agua, como son la floculación-coagulación, sedimentación y filtración. Para garantizar la seguridad del agua potable los sistemas de desinfección se aplican, generalmente, en una etapa final del tratamiento de agua (18).

2.1.9.1. Filtros de carbón activo

Al filtrar el agua a través de estos filtros de carbón se retienen ciertos contaminantes: cloruros (asociados con el color, olor y sabor del agua), mercurio, algunos pesticidas, gas radón, y

compuestos orgánicos volátiles. Dependiendo del volumen de agua tratada los filtros han de reemplazarse con periodicidad para que los contaminantes no los atasquen. Un mantenimiento inadecuado de los mismos puede provocar un crecimiento bacteriano y hacerlos inefectivos (18).

2.1.9.2. Aireación

Se hace pasar el agua en una dirección mientras el aire es forzado en sentido contrario a través del tubo, de este modo los contaminantes son transferidos del agua al aire. Este método es efectivo para eliminar el sulfuro de hidrogeno, alguno olores y sabores, gas radón y compuestos orgánicos volátiles. Los inconvenientes son su alto precio y el ruido que produce (18).

2.1.9.3. Radiación ultravioleta

Con este tratamiento se eliminan bacterias del agua. No tiene un efecto residual sobre el agua y el medio ambiente, sin embargo, es difícil evaluar su efectividad y es posible que no funciones si el agua está demasiado turbia o el tratamiento se realiza muy rápidamente (18).

2.1.9.4. Ozonización

Su uso se ha ido generalizando con el paso del tiempo en la desinfección de aguas. Sus principales ventajas son que no deja residuos químicos y no confiere aromas u olores particulares al producto final, como ocurre con otros desinfectantes como el hipoclorito. Su eficacia depende de la concentración, del tiempo de contacto, de la presencia de materia orgánica (que actúa como un factor limitante), y de la cepa microbiana y su resistencia a las condiciones oxidantes (los microorganismos esporulados, los mohos y las levaduras son los que manifiestan una mayor tolerancia). Este tratamiento se utiliza para eliminar microorganismos, pero también desaparecen colores, olores y sabores extraños, sulfuro de

hidrogeno, hierro y manganeso si el agua se hace pasar a través de un filtro de carbón activo. El coste de los equipos es el mayor inconveniente (18).

2.1.9.5. Destilación

Puede usarse para purificar agua de bebida con un alto contenido en solidos disueltos. Es una manera efectiva de obtener agua con muy bajar concentraciones de compuestos inorgánicos, nitratos, pesticidas, etc. El proceso es lento, caro y consume grandes cantidades de agua (18).

2.1.9.6. Intercambio iónico

Son sistemas que se usan para reemplazar uno o más iones químicos por otros. Es el método más usado para tratar la dureza del agua. Los iones de calcio y magnesio se intercambian con iones de sodio que aumentan su concentración en el agua. Así pues, deberemos tener esto en cuenta si la dieta que reciben nuestros animales es muy rica en sodio (18).

Algunos de estos procedimientos pueden ser utilizados con éxito para eliminar ciertos olores, sabores y colores, bario, radio, hierro soluble y manganeso. Los sistemas de intercambio aniónico son efectivos para los nitratos, pero no ocurre los mismo con los sistemas de intercambio catiónico (18).

2.1.9.7. Filtros mecánicos

Podemos emplearlos para eliminar hierro soluble y manganeso, arena, cieno y arcilla (turbidez). Todos estos solidos pueden acarrear problemas en los circuitos de agua (18).

2.1.9.8. Osmosis inversa

Mediante el uso de un sistema de membranas filtramos las impurezas del agua. La osmosis inversa tiene un alto coste inicial, a lo que hay que añadir el coste que supone el recambio de las

membranas; además es un proceso relativamente lento. Los sólidos que pueden eliminar incluyen muchas sustancias inorgánicas, nitratos, algunos pesticidas, radio, sales y compuestos orgánicos volátiles, además de olores y sabores (18).

2.1.9.9. Filtros químicos

Funcionan por la combinación de un filtrado y reacciones químicas. Se elimina sulfuro de hidrogeno, hierro soluble e insoluble, y manganeso (18).

2.1.9.10. Cloración

El cloro es uno de los elementos más comunes para la desinfección del agua, se puede aplicar para inactivar la mayoría de los microorganismos, es barato y fácil de manejar. Este método puede, asimismo, servir para eliminar colores, olores y sabores indeseables del agua, oxidar el hierro y el manganeso, y destruir algas (18).

Los factores que determinan la eficacia de la desinfección con cloro son su concentración, el tiempo de contacto, la temperatura, el pH (5.5 a 7.5), la cantidad y tipos de microorganismos y la concentración de materia orgánica en el agua (18).

Presenta una serie de inconvenientes tales como el aumento del pH del agua (favorece las precipitaciones de ciertos minerales), una alta volatilidad (riesgo de intoxicación en depósitos abiertos y con temperaturas altas) y posibles alteraciones en el sabor y olor (18).

2.1.9.11. Peróxido de hidrogeno – nitrato de plata

El mecanismo de acción del peróxido de hidrógeno es la destrucción de microorganismos alterando sus sistemas enzimáticos mediante la producción del radical libre hidroxilo. La principal función del nitrato de plata es la activación del peróxido

al contacto con el agua. Es un producto eficaz frente a un amplio espectro de microorganismos, activo en presencia de materia orgánica, no altera las características organolépticas del agua y es efectivo frente al biofilm que se desarrolla en los sistemas de conducción (18).

Este agente químico líquido incoloro a temperatura ambiente, posee propiedades antisépticas, efectos oxidantes por producir OH^- y radicales libres los cuales atacan a los componentes esenciales de los microorganismos como lípidos, proteínas y ADN (37).

a. Mecanismo de acción

1. Producción de iones hidroxilo y radicales libres que actúan oxidando componentes esenciales del microorganismo (lípidos, proteínas, ADN).
2. Liberación de oxígeno por las catalasas tisulares que actúa impidiendo la germinación de esporas de anaerobios como *Clostridium tetanii*.

El oxígeno liberado en la descomposición en forma de burbujas favorece la eliminación de detritus celular, bacterias y tejidos desvitalizados, formando en el interior de la bacteria hipoclorito (de poder oxidante y germicida) (37).

b. Espectro de actividad

De amplio espectro; bacteriostático, bactericida y esporicida. Es efectivo frente a bacterias, hongos, virus y esporas. Los microorganismos anaerobios son más sensibles por no disponer de actividad peroxidasa (catalasas). En general presenta mayor poder bactericida frente a Gram negativos que Gram positivos (37).

Cuadro 4. Presenta la actividad del peróxido de hidrógeno al 3% .

Bacterias				Virus		Hongos	
Positivas	Negativas	Mycobacterias	Esporulados	Lipídicos	No Lipídicos	Hongo	Esporulados
+	++	+	+	+	+	+	+

Fuente: Martínez, M. 2013

c. Aplicaciones como desinfectante

Desinfección de aparatos de endoscopia como alternativa a otros compuestos, siendo eficaz a concentraciones de 3% frente a ooquistes de *Cryptosporidium sp*, pudiendo usarse soluciones estabilizadas de entre 10 a 30% como esporicidas. Tiene utilidad en la esterilización de equipos de laboratorio y la mayoría de artículos médicos, así como superficies (paredes, pisos, techos), camas, jaulas, etc. (37).

d. Interacciones

Alta actividad: Presenta sinergismo con cobre, plata, radiación UV y la energía ultrasónica.

Baja actividad: su descomposición aumenta con la luz, aire, agitación, calor, medio alcalino y la presencia de productos incompatibles; agentes reductores como la materia orgánica, algunos metales y sus sales, productos alcalinos, permanganatos, compuestos de yodo y oxidantes fuertes. Estos compuestos aceleran su descomposición (37).

- Plata

Actualmente la plata como coloide ha sido amplia e intensamente distribuida como desinfectante de agua y de alimentos, incluso existen muchos suplementos alimenticios elaborados a base de plata. Desde hace muchos años se ha

conocido que entre las bondades de la plata se encuentra su efecto bactericida y su liberación lenta y constante (efecto oligodinámico). La plata ha llegado a ser un metal ampliamente explotado a nivel médico (37).

Propiedades antibacterianas y medicinales de la plata.

Las propiedades antibacterianas de la plata han sido conocidas desde hace varios siglos. En especial el compuesto que es comúnmente usado como un agente naturalmente microbicida, conteniendo moléculas de plata entre 1 a 100 nm de tamaño en agua des ionizada es la plata coloidal. Las concentraciones del ion plata muestran propiedades antibacterianas aproximadamente con 0.1 μL ; la concentración para la actividad fungicida es de 1.9 $\mu\text{g/L}$ (38).

La plata y sus derivados corresponden al tipo de biocidas (agentes con propiedades antibacterianas) que actúan fuertemente mediante su unión con grupos sulfhidrilos o tioles de las proteínas. Los grupos tioles, que derivan de los residuos de la cisteína, son vitales para la actividad de algunas enzimas. La reacción con plata o la oxidación de estos grupos esenciales producen inhibición celular o inactivación celular (38).

De manera general las sales metálicas de plata tienen como sitio de acción los constituyentes citoplasmáticos y la interacción con grupos específicos (tanto sulfhidrilo como amino), mediante mecanismos de coagulación general, ataque a los ácidos nucleicos y a los ribosomas. En altas concentraciones, los iones Ag^+ inhiben una gran cantidad de reacciones enzimáticas, reaccionando con los grupos

donadores de electrones. La translocación de Sodio (Na^+) por la enzima oxido-redactase ubiquinona ha sido reconocida como uno de los primeros blancos de los iones plata incluso la adición de concentraciones micro-moleculares de Ag^+ fuera de las membranas vesiculares de *Vibrio* spp. (38).

Mecanismos

- a. Interferencia en procesos celulares vitales por unión con grupos funcionales sulfidrilo (-SH) o disulfuro (-SS-) en la superficie de las membranas de las proteínas y otras enzimas.
- b. Interrupción de la replicación de ADN. Como mecanismo de defensa de la célula tiende a la condensación del ADN.
- c. Generación de estrés oxidativo a través de la catálisis de la formación de especies de oxígeno reactivas (ROS).

Las sales de plata producen cambios estructurales en la pared celular de algunas bacterias como *Pseudomona aeruginosa*, así como también tienen gran afinidad por virus como el VIH. Los iones de plata no tienen ningún efecto sobre las esporas bacterianas, sin embargo, tienen gran afinidad por el ADN tanto bacteriano como eucariótico, donde interactúan preferentemente con las bases nitrogenadas (38).

Otro de los mecanismos bactericidas de la plata es la inducción de la liberación de iones de potasio (K^+) de los microorganismos tanto del plasma microbiano como de la membrana citoplasmática, lo cual es asociado al funcionamiento adecuado de algunas enzimas (38).

2.1.10. Para garantizar la sanidad del agua debemos tener en cuenta dos aspectos importantes:

- La potabilización del agua
- El estado y la higiene de circuito de repartición de ésta

La potabilización del agua, a nivel de una granja, suele ser sinónimo de desinfección, es decir la eliminación de microorganismos infecciosos de este medio. Considerando que las características físico-químicas del agua son correctas, añadimos un producto desinfectante al agua que nos garantice la ausencia de microorganismos patógenos en ésta durante todo su recorrido por la instalación, hasta el último punto de salida, donde deberá mantener una concentración que garantice que el producto desinfectante sigue activo en ese punto, y que, por supuesto, no supera una concentración que pudiera ser nociva para los animales (39).

El principio activo más utilizado en la desinfección es el cloro, bajo distintos tipos de formulaciones. Pero no es este el único desinfectante que puede utilizarse, aunque sí que es el único autorizado para desinfecciones de agua para el consumo humano. Existen otros tipos de moléculas eficaces, como la del peróxido de hidrógeno (39).

Cuadro 5. Comparativo entre peróxido de hidrogeno y compuestos clorados

Características	Peróxido de Hidrogeno	Compuestos Clorados
Homogeneidad en la distribución del producto	Alta	De media a baja
Posibilidad de medición	Si	Si
Sobredosificación	Inocuo	Nocivo
Olor a la dosis de aplicación	Inoloro	Si
Depósitos de calcio	Disminuyen	Aumentan
Actividad en presencia de materia orgánica	Buena	Buena
Carcinogenicidad	Nula	Alta
Cinética de actuación	Muy rápida	Lenta

Fuente: Vilamajó, M., 2007

Esta molécula tiene unas características que la hacen un buen desinfectante: es un producto con un gran poder oxidante, lo que le hace muy reactivo frente a la materia orgánica, y por tanto le dan un amplio rango de acción frente a microorganismos: tiene buen poder bactericida,

virucida, e incluso esporicida. Los microorganismos anaerobios son incluso más sensibles a la acción de estos productos, dado que no son capaces de sintetizar la catalasa, una enzima que puede descomponer el peróxido.

Este gran poder oxidante garantiza una rápida velocidad de acción, aunque precisa, debido a esta misma característica, que en su formulación se añadan productos que lo estabilicen (39).

2.1.10.1. Uso en granja

El uso del peróxido como agente desinfectante, hay que añadirle otra ventaja: la de la limpieza. El peróxido de hidrógeno se muestra muy efectivo para la desincrustación, limpieza y mantenimiento de ésta, en conducciones y sistemas de distribución de agua (39).

A menudo, en las instalaciones de una granja, debido a la entrada de aguas de pozos u otro tipo de fuentes poco controlados, debido al uso de medicación a través del agua, o simplemente, debido a una estructura y unos materiales que favorezcan los depósitos de partículas, se generan puntos donde la acumulación de materia orgánica facilita la multiplicación de los microorganismos. Estos puntos son puntos importantes a combatir dado que en ellos se da la multiplicación de patógenos que, escondidos bajo este biofilm, no reaccionan con los desinfectantes habituales, y puede reinfestar el agua que suministramos a los animales (39).

El peróxido de hidrogeno facilita la disolución de algunas sales, evita su precipitación, e incluso, debido a la liberación de oxígeno por parte del peróxido, causa un burbujeo que tiene un efecto de limpieza mecánica sobre las superficies (39).

2.2. Antecedentes de investigación

2.2.1. Revisiones de tesis universitarias

2.2.1.1. Autor: Jeaneth Irene Olaechea Meneses

Título: Calidad Microbiológica del agua de consumo de Bovinos en dos establos lecheros del distrito de Santa Rita de Siguan, Provincia de Arequipa, Departamento de Arequipa, 2016.

Fuente: Repositorio de la Universidad Católica de Santa María - Arequipa

Resumen: Este trabajo de tesis se realizó con la finalidad de conocer las características microbiológicas del agua de consumo de bovinos en dos establos lecheros del distrito de Santa Rita de Siguan, determinando en forma cuantitativa la presencia de mesófilos aerobios totales, coliformes totales y *Escherichia coli*. Las muestras de agua se tomaron 3 veces al día, 6:00 am, 12:00 m, 6:00 pm, de los cinco puntos identificados de cada establo que fueron, entrada de agua, reservorio, bebederos de terneras, bebederos de vaquillonas, bebederos vacas. Con dos repeticiones a intervalos de dos semanas. Las muestras de agua se colocaron en botellas de 250 ml y almacenados en una caja térmica con gel pack para su apropiada conservación a fin de evitar alteraciones de las mismas hasta el momento de su siembra. Para el análisis de laboratorio se usó agar nutritivo, para la determinación de mesófilos aerobios totales y para el caso de coliformes totales y *Escherichia coli* se utilizó el crhomocult. Según el reglamento de la calidad del agua para consumo humano del Perú, refiere los límites máximos permisibles de para bacterias Coliformes totales de 0 U.F.C/100ml y para bacterias *Escherichia coli* 0 U.F.C/100ml, para el presente estudio los Coliformes totales fueron de 337 U.F.C/ml y de *Escherichia coli* 34 U.F.C/ml, en los lugares de muestreo y horas, estos valores son altos y sobrepasan los límites. Según las Normas microbiológicas de los alimentos de Vasco, indica para las aguas de consumo, un límite de 100 U.F.C /1 ml

para mesófilos aerobios y para el estudio se encontró mesófilos aerobios totales de 4, 884,334 U.F.C/ml, para lugares de muestreo y horas, los cuales sobrepasan estos límites. Mediante el análisis estadístico se determinó que no existe diferencias significativas ($P>0,05$) para las horas y lugares de muestreo. Por los resultados obtenidos se presume que la contaminación se debe a la carencia de limpieza y mantenimiento en los bebederos de los establos, a la contaminación en la red de distribución, bajo estudio y un programa de tratamiento de agua (3).

2.2.1.2. Autor: Wilson Ibáñez Calderón

Título: Evaluación de la calidad de agua para el consumo humano en las localidades de Payllas y Miraflores del distrito de Umachiri – Melgar – Puno

Fuente: Repositorio de la Universidad Nacional del Altiplano - Puno

Resumen: El propósito del presente trabajo de tesis, es evaluar la calidad del agua de las fuentes para consumo humano y mejorar la cobertura de servicio de agua potable a través del diseño de sistema de agua potable. Para el análisis de la calidad del agua, se ha considerado cuatro muestras representativas, en cada muestra se analizó 20 parámetros, seleccionados por su importancia en el proceso de caracterización, y que estos reflejen la calidad del agua desde un punto de vista fisicoquímico y bacteriológico, según las normas vigentes establecidos por el Ministerio de Salud y la Organización Mundial de la Salud. El análisis fisicoquímico de las muestras de agua se realizó en el Mega Laboratorio de Investigación Ambiental - Suelos y Aguas de la UNA - Puno, a través del Método 200.7: Determinación de Metales y Traza de Elementos en Agua y Residuos por Acoplamiento Inductivo Plasma - Espectrometría por Emisión Atómica. Para el análisis bacteriológico se realizó en el Laboratorio de Microbiología de la

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNA – Puno, a través de la Técnica de Fermentación Múltiple en Tubos, Número Más Probable (NMP). Los resultados obtenidos de las muestras (muestra 1, muestra 2, muestra 3 y muestra 4), para el caso del análisis fisicoquímico muestra valores que se encuentran dentro de los límites máximos permisibles, excepto en la muestra 2 de los parámetros (color turbio y turbiedad con 10.47 UNT) que supera los límites permisibles de aceptación. Así mismo, para el análisis bacteriológico muestra valores que no se encuentran dentro de los valores permisibles, por consiguiente, no es aptos para consumo humano. La propuesta técnica planteada es un sistema de abastecimiento de agua potable para consumo humano para 701 viviendas, con una población actual de 2,669 habitantes, población futura de 3,145 habitantes, para un periodo de diseño de 20 años, con dotación de agua de 50 l/hab/día, mediante el aprovechamiento de agua subterránea y disponibilidad hídrica de 173,440 m³/año, cuyos componentes hidráulicos proyectados son una captación (pozo tubular piezómetro de 50 m de profundidad), línea de impulsión 748.87 m, reservorio de almacenamiento de 100 m³, línea de aducción y red de distribución de 147,586.58 m (40).

2.2.1.3. Autor: Marjorie Francesca Amado Camargo

Título: Determinación Bacteriológica de la Calidad del Agua de consumo humano, regadío y bebida de animales del distrito de Majes, Provincia de Caylloma, Departamento de Arequipa.

Fuente: Repositorio de la Universidad Nacional de San Agustín.

Resumen: El objetivo fue determinar la calidad bacteriológica del agua de consumo humano, regadío y bebida de animales por medio de la presencia de microorganismos indicadores; coliformes totales, coliformes termotolerantes o fecales y bacterias heterótrofas en agua potable y agua cruda del Distrito de Majes. Para ello se realizaron tres muestreos con tres repeticiones por cada punto de muestreo tanto en la zona urbana (CPE, MPE, DPE) como

en la zona rural (BPI, CDT, C1R, C2R, C3R, CMA, APT, BL5, PCA, PCB, PPA, DPA) durante dos meses con una frecuencia de 15 días, en donde se recolectaron 135 muestras de agua, 108 de agua cruda y 27 de agua potable. Se determinó el recuento de bacterias heterótrofas en agua potable, obteniendo como valor mínimo 0.33 UFC/100ml en los puntos CPE Y DPE y como valor máximo 0.67 UFC/100ml en el punto MPE, no superando en ningún punto el LMP. También se determinó el número más probable (NMP) de bacterias coliformes totales y fecales, demostrando diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) para las tres evaluaciones realizadas; teniendo como valor mínimo para coliformes totales y fecales 0 NMP/100ml en los puntos CPE, MPE y DPE y como valor máximo 2200 NMP/100ml para el punto PPA (1ra evaluación), 3800 NMP/100ml punto CMA y 3233.33 NMP/100ml punto PPA (2da evaluación) y 4200 NMP/100ml punto PPA (3ra evaluación). Los promedios de las tres evaluaciones del (NMP/100mL) realizadas para coliformes totales, coliformes fecales y *Escherichia coli* superan el LMP y el ECA CATEGORIA 1 – A1 en los puntos BPI, CDT, C1R, C2R, C3R, CMA, APT, BL5, PCA, PCB, PPA, DPA; también se determinó que los puntos CMA, PCB y PPA para coliformes totales, el punto PPA para coliformes fecales y los puntos C3R, CMA, BL5, PCB, PPA y DPA superan el ECA CATEGORIA 3 – D1 mientras que el ECA CATEGORIA 3 – D2 no es superado en ningún punto de muestreo. Los parámetros fisicoquímicos cloro residual, T° y pH no superan ninguno de límites máximos permisibles sin embargo DBO5 supera el ECA CATEGORIA 3 – D1 pero no el ECA CATEGORIA 3. Se han identificado 7 especies de enterobacterias en los puntos de muestreo de agua sin tratar, *Escherichia coli*, *Enterobacter aerogenes*, *Enterobacter agglomerans*, *Proteus mirabilis*, *Proteus vulgaris*, *Citrobacter diversus* y *Citrobacter freundii* (41).

2.2.1.4. Autor: Maria Celeste Peñaloza, Ricardo Miguel Larsen, Cristina Monteavaro

Título: Calidad Bacteriológica de Agua en Tambos de Tandil

Fuente: Repositorio de la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires.

Resumen: En los establecimientos dedicados a la producción de leche, considerar la importancia del agua se hace indispensable. Su relevancia está relacionada a tres aspectos fundamentales: el agua como factor en la salud y nutrición del animal, el agua como elemento para la higiene de las instalaciones del tambo y el agua como factor en la salud de la población rural involucrada. El objetivo de este trabajo es analizar la calidad bacteriológica de muestras de agua y demostrar el impacto que esto tiene en un establecimiento lechero. Se tomaron 23 muestras de agua de 14 tambos pertenecientes al partido de Tandil de la Prov. de Bs.As, entre Abril y Septiembre del año 2017, desde la fuente destinada al consumo e higiene de los terneros en crianza artificial, de la fosa del tambo y de las viviendas del personal. Se realizó análisis bacteriológico de acuerdo a lo establecido por el artículo 982 del C.A.A, en el Laboratorio de Microbiología Clínica y Experimental (SAMP-FCV-UNCPBA). Hallamos que el 65,22 % de las muestras no es apta para consumo. Como causas de no aptitud para consumo, un 20% fue por NMP de coliformes totales, 11% por presencia de *Escherichia coli* y el 67% restante debido a combinaciones de los parámetros evaluados. Con respecto a cada parámetro evaluado individualmente, una muestra presentó altos recuentos de mesófilos, 13 presentaron valores de coliformes por encima de lo permitido, la presencia de *Escherichia coli* se registró en 11 muestras y en una se observó presencia de *Pseudomonas aeruginosa*. Concluimos que un elevado porcentaje de los establecimientos utilizan agua no apta para consumo, siendo la contaminación fecal una de las principales causas (42).



CAPITULO III

PLANTEAMIENTO OPERACIONAL

3. MATERIALES Y METODOS

3.1. Materiales

3.1.1. Localización del trabajo

a. Localización Espacial

El presente trabajo se realizó en el establo lechero situado en la sección B Zona especializada - Pedregal, en el Distrito de Majes, Provincia de Caylloma, Departamento de Arequipa.

b. Localización Temporal

Agosto 2019 – Enero de 2020

3.1.2. Materiales biológicos

- * Agua:
 - Tanques de vacas en producción -> 7
 - Tanques de vacas pre-parto -> 1
 - Tanques de Secas -> 1
 - Tanques de Fresca -> 1
 - Tanques de recria 2 -> 2
 - Tanques de recria 3 -> 3
 - Tanques de cuna -> 1

3.1.3. Materiales de Laboratorio

- * Agar Chromocult Coliform
- * Agar nutritivo
- * Placas Petri descartables
- * Parafilm
- * Agua destilada
- * Micropipeta de 1000 ul

- * Tips azules de 1 ml
- * Guantes de látex estériles
- * Barbijo descartable

3.1.4. Materiales de campo

- * Guantes de látex
- * Frascos estériles de ½ litro
- * Rotuladores
- * Recipiente de 1 litro
- * Caja térmica / Cooler

3.1.5. Equipos de laboratorio

- * Refrigeradora
- * Autoclave
- * Estufa de incubación 37°C
- * Balanza analítica

3.1.6. Otros materiales

- * Cámara fotográfica
- * Lapiceros
- * Scrubs (Ambo)
- * Mandil
- * Libreta de notas
- * Impresora
- * Computadora

3.2. Métodos

3.2.1. Muestreo

- Universo

Se consideró la totalidad del agua del establo lechero zona B-5 del distrito de Majes.

- Tamaño de la muestra

El tamaño de la muestra está constituido de 32 muestras de agua, dividido en 16 muestras de agua (antes y después del tratamiento).

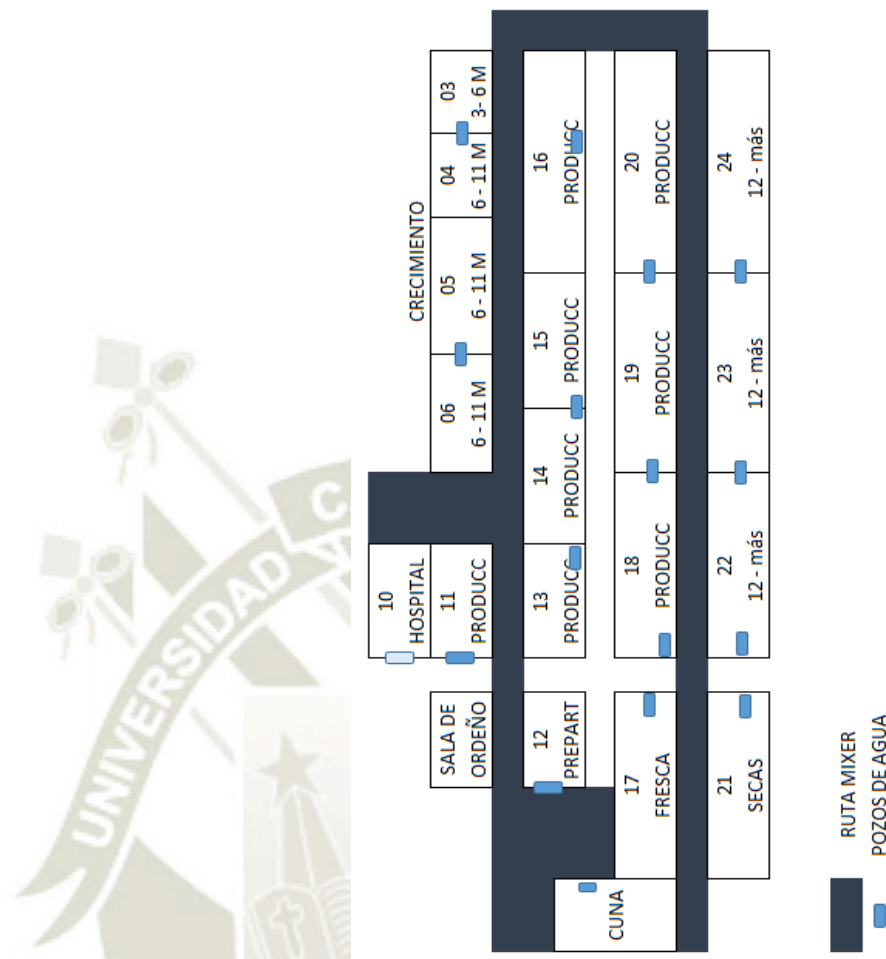
- Procedimiento de muestreo

La toma de muestra de agua se hizo de forma individual de cada pozo del establo lechero, antes y después tratamiento con Peróxido de Hidrogeno.

Dicho procedimiento se realizó de la siguiente manera:

- Ubicación de los puntos de muestreo
- Toma de muestra en botellas estériles de ½ litro cada muestra de agua tomada.
- Recolectar la muestra de agua con guantes estériles.
- Colocar las muestras de agua en una caja térmica con hielo
- Por ultimo trasladar al laboratorio.

Figura 1. Croquis del Establo



3.2.2. Métodos de evaluación:

a. Metodología de la experimentación

* Obtención de muestra de agua del establo

Con una jarra estéril se tomó con cuidado la muestra de agua, para luego almacenarlo en los frascos estériles de ½ litro en el cual se abrió desenroscando cuidadosamente el tapón de rosca, una vez obtenido el agua, se dejará un pequeño espacio de aire para agitar la muestra antes del análisis, por consiguiente, se enroscará el tapón de rosca y se realizará la rotulación de la muestra.

Para después ser llevada al laboratorio y determinar la calidad del agua mediante Medios de Cultivos Microbiológicos.

* **Procedimiento de siembra de la muestra en Agar Chromocult Coliform y Agar nutritivo**

Se iniciará con las primeras 16 muestras de agua antes del tratamiento, para ello se agarra la primera muestra de agua, se agita suavemente dicha botella, luego se alza una placa de CC (Chromocult Coliform) y otra de AN (Agar nutritivo), después con la micropipeta se realizó la toma de un 1 ml. de la muestra de agua, seguido a la toma se deposita en cada una de las placas CC y AN diseminando por toda la superficie del agar con movimientos suaves circulares. El mismo procedimiento se realizó para las otras 15 muestras.

Una vez sembrado las 16 placas CC y 16 placas AN antes del tratamiento, se colocaron en la estufa a 37°C con las tapas sobrepuestas, cada 10 minutos se realizaba movimientos suaves hasta que seque y se fije la bacteria.

Una vez este seco se tapa por completo las placas y se voltea para dejarla incubar por 24 horas.

Todo este procedimiento se repite con las 16 muestras de agua post-tratamiento con el peróxido de hidrogeno.

* **Identificación y recuento de colonias**

Después de 24 horas de incubación, se retira las 64 placas de la estufa para luego colocarlas uno por uno en el contador de colonias y así obtener la cantidad de colonias formadas.

Para el conteo de colonias en Chromocult Coliform (CC) se contaron las colonias de color azul que son *Escherichia Coli*, las colonias rojas que son Coliformes Totales y las colonias incoloras que son Enterobacterias.

Para el contero de colonias en Agar Nutritivo (AN) se contaron las colonias de color blanco que son los Mesófilos aerobios totales.

Para obtener el número de colonias por milímetro de muestra, se multiplica las colonias contadas por el factor de dilución, llegando así al resultado total de colonias en UFC / 100ml.

b. Recopilación de la información

- En el campo

Esta referida con el análisis de la calidad del agua bebibible para vacunos.

- En el laboratorio

Se analizó las muestras con medios de cultivo Agar Chromocult Coliform y Agar Nutritivo para la fabricación de unidades formadoras de colonias. Las muestras fueron examinadas en el Fundo Huasacache de la Universidad Católica de Santa María.

- En la biblioteca

Se revisó libros, tesis de investigación relacionadas al tema de estudio de distintas universidades (UNSA; UCSM).

- En otros ambientes generadores

- Internet y páginas web relacionadas al tema de investigación
- Ministerio del ambiente (MINAN)

3.2.3. Variables de respuesta

TIPO	INDEPENDIENTE	SUBINDEPENDIENTE
INDEPENDIENTE	Pre - Tratamiento	<ul style="list-style-type: none"> - Tanques de vacas en producción - 7 - Tanques de vacas pre-parto - 1 - Tanques de Secas - 1 - Tanques de Fresca - 1 - Tanques de recría 2 - 2 - Tanques de recría 3 - 3 - Tanques de cuna - 1
	Post – Tratamiento con Peróxido de Hidrogeno	<ul style="list-style-type: none"> - Tanques de vacas en producción - 7 - Tanques de vacas pre-parto - 1 - Tanques de Secas - 1 - Tanques de Fresca - 1 - Tanques de recría 2 - 2 - Tanques de recría 3 - 3 - Tanques de cuna - 1
DEPENDIENTES	Microbiológico	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Escherichia Coli</i> - Mesofilos Aeróbicos total - Coliformes totales

3.3. Evaluación Estadística

3.3.1. Diseño Experimental

3.3.1.1. Unidades Experimentales

Las unidades experimentales que se consideraron son las muestras de agua de los tanques (tanque de vacas de producción,

tanque de vaca pre-parto, tanque de seca, tanque de fresca, tanque de recria 2, tanque de recria 3, tanque de cuna).

3.3.2. Análisis Estadístico

3.3.2.1. Análisis y Procesamiento de datos

Se realizó el análisis de la varianza para comparar los parámetros de la calidad de agua en los distintos tanques del estable, así mismo se utilizó la prueba de T de student para datos relacionados, con un nivel de significancia del 5%. También gráficos de barras para mostrar promedios de los resultados de las muestras.

El proceso de la información de datos se utilizó el software estadístico SPSS versión 26.

Prueba de T de student para datos relacionados (muestras dependientes)

La prueba estadísticas t de student para muestras dependientes exige una dependencia entre ambas, en las que hay dos momentos uno antes y otro después. Con ello se da a entender que, en el primer período, las observaciones servirán de control o testigo, para conocer los cambios que se susciten después de aplicar una variable experimental.

Con la prueba T se comparan las medias y las desviaciones estándar del grupo de datos y se determina si entre esos parámetros las diferencias son estadísticamente significativas o si solo son diferentes aleatorias (43).



CAPITULO IV RESULTADOS

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Cuadros de resultados antes del tratamiento

Cuadro 1. Promedio de conteo de colonias UFC/100ml de cada muestra de agua antes del tratamiento.

N° Muestra	<i>Escherichia coli</i>	Coliformes totales	Enterobacterias	Mesofilos Aeróbios totales
	UFC/100 ml	UFC/100 ml	UFC/100 ml	UFC/100 ml
1	0	0	0	104400
2	0	0	0	49800
3	0	0	2800	29200
4	200	400	6400	30400
5	200	33000	74400	74000
6	1100	1400	31600	94500
7	500	700	19200	86900
8	3800	5300	8600	81000
9	600	900	47000	53600
10	109000	109600	125500	2000
11	0	0	100	23000
12	0	0	0	27500
13	300	800	37900	18900
14	100	100	12400	5300
15	0	0	0	8200
16	0	0	0	12000

U.F.C.: Unidades Formadoras de Colonias

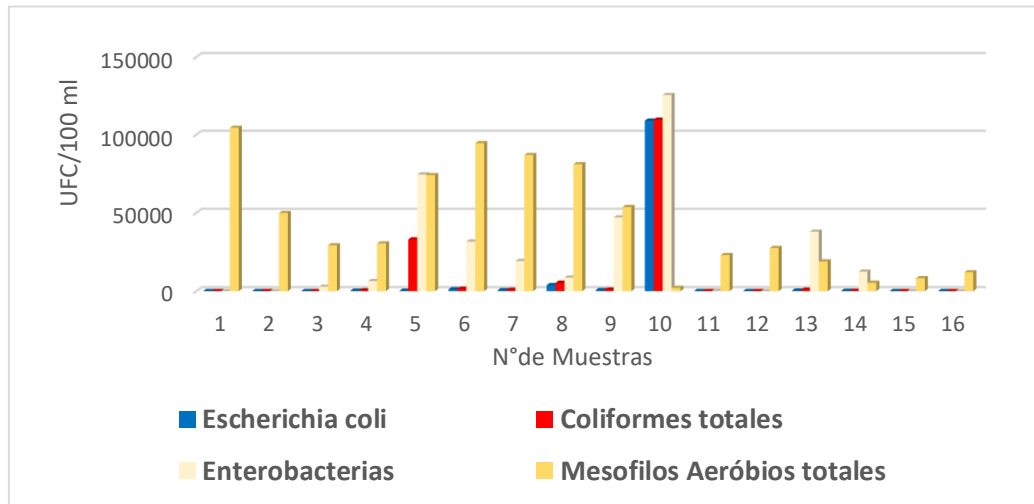
En el Cuadro 1 se representa el recuento de los cuatro tipos de bacterias que son los indicadores de la cantidad microbiológica de la muestra de agua de los tanques en el establo lechero antes del tratamiento, donde se observó que para *Escherichia Coli* en el primer tanque es de 0 UFC/100 ml, en el segundo tanque es de 0 UFC/100 ml, en el tercer tanque es de 0 UFC/100 ml, en el cuarto tanque es de 200 UFC/100 ml, en el quinto tanque es de 200 UFC/100 ml, en el sexto tanque es de 1100 UFC/100 ml, en el séptimo tanque es de 500 UFC/100 ml, en el octavo tanque es de 3800 UFC/100 ml, en el noveno tanque es de 600 UFC/100 ml, en el décimo tanque es de 109000 UFC/100 ml, en el décimo primer tanque es de 0 UFC/100 ml, en el décimo segundo tanque es de 0 UFC/100 ml, en el décimo tercer tanque es de 300 UFC/100 ml, en el décimo cuarto tanque es de 100 UFC/100 ml, en el décimo quinto tanque es de 0 UFC/100 ml y en el décimo sexto tanque es de 0 UFC/100 ml.

Los resultados para Coliformes totales en el primer tanque es de 0 UFC/100 ml, en el segundo tanque es de 0 UFC/100 ml, en el tercer tanque es de 0 UFC/100 ml, en el cuarto tanque es de 400 UFC/100 ml, en el quinto tanque es de 33000 UFC/100 ml, en el sexto tanque es de 1400 UFC/100 ml, en el séptimo tanque es de 700 UFC/100 ml, en el octavo tanque es de 5300 UFC/100 ml, en el noveno tanque es de 900 UFC/100 ml, en el décimo tanque es de 109600 UFC/100 ml, en el décimo primer tanque es de 0 UFC/100 ml, en el décimo segundo tanque es de 0 UFC/100 ml, en el décimo tercer tanque es de 800 UFC/100 ml, en el décimo cuarto tanque es de 100 UFC/100 ml, en el décimo quinto tanque es de 0 UFC/100 ml y en el décimo sexto tanque es de 0 UFC/100 ml.

Los resultados para la Enterobacterias en el primer tanque es de 0 UFC/100 ml, en el segundo tanque es de 0 UFC/100 ml, en el tercer tanque es de 2800 UFC/100 ml, en el cuarto tanque es de 6400 UFC/100 ml, en el quinto tanque es de 74400 UFC/100 ml, en el sexto tanque es de 31600 UFC/100 ml, en el séptimo tanque es de 19200 UFC/100 ml, en el octavo tanque es de 8600 UFC/100 ml, en el noveno tanque es de 47000 UFC/100 ml, en el décimo tanque es de 125500 UFC/100 ml, en el décimo primer tanque es de 100 UFC/100 ml, en el décimo segundo tanque es de 0 UFC/100 ml, en el décimo tercer tanque es de 37900 UFC/100 ml, en el décimo cuarto tanque es de 12400 UFC/100 ml, en el décimo quinto tanque es de 0 UFC/100 ml y en el décimo sexto tanque es de 0 UFC/100 ml.

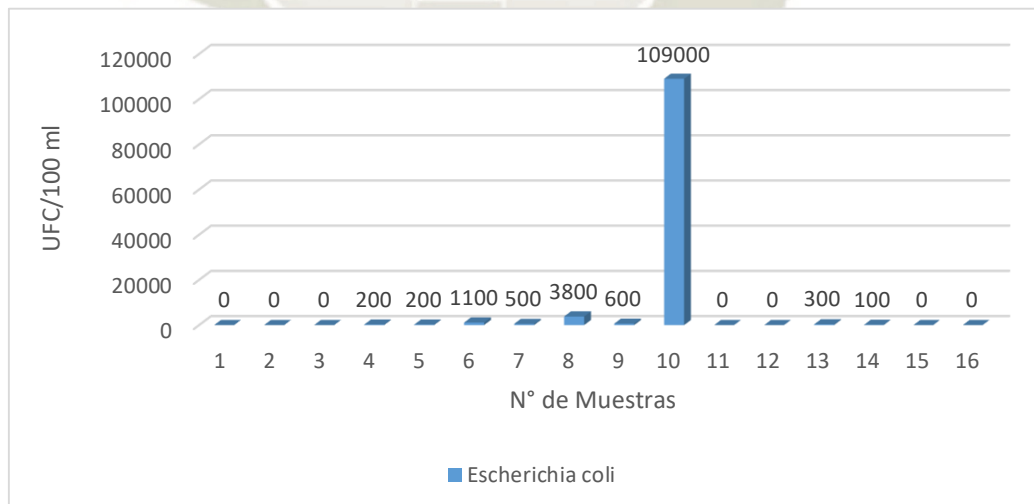
Los resultados para Mesofilos Aerobios Totales en el primer tanque es de 104400 UFC/100 ml, en el segundo tanque es de 49800 UFC/100 ml, en el tercer tanque es de 29200 UFC/100 ml, en el cuarto tanque es de 30400 UFC/100 ml, en el quinto tanque es de 74000 UFC/100 ml, en el sexto tanque es de 94500 UFC/100 ml, en el séptimo tanque es de 86900 UFC/100 ml, en el octavo tanque es de 81000 UFC/100 ml, en el noveno tanque es de 53600 UFC/100 ml, en el décimo tanque es de 2000 UFC/100 ml, en el décimo primer tanque es de 23000 UFC/100 ml, en el décimo segundo tanque es de 27500 UFC/100 ml, en el décimo tercer tanque es de 18900 UFC/100 ml, en el décimo cuarto tanque es de 5300 UFC/100 ml, en el décimo quinto tanque es de 8200 UFC/100 ml y en el décimo sexto tanque es de 12000 UFC/100 ml.

Gráfico 1. Promedio de conteo de colonias UFC/100ml de cada muestra de agua antes del tratamiento.



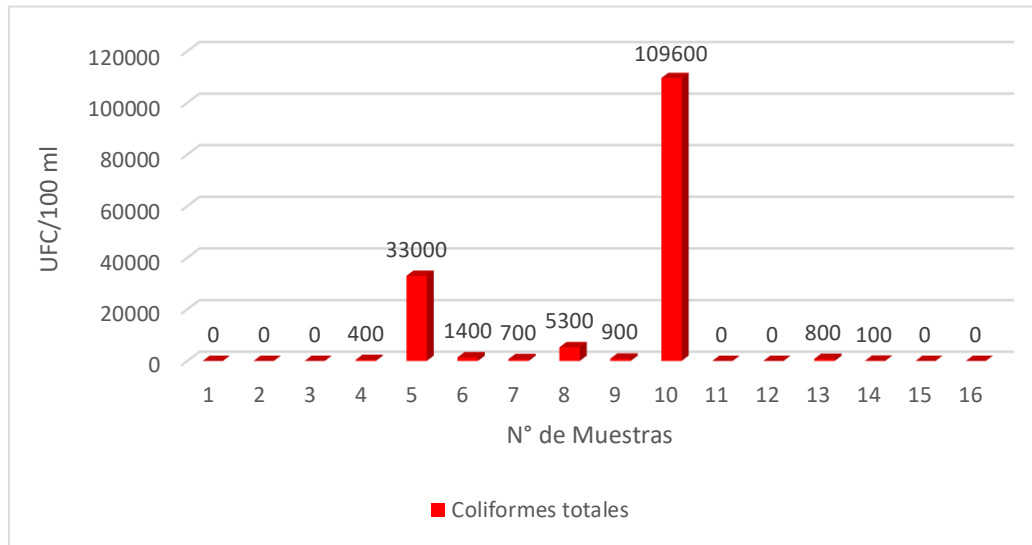
En el Gráfico 1 se observa la cantidad de bacterias analizadas en las muestras de agua del establo lechero antes del tratamiento, donde se observó que en todas las muestras analizadas se encuentran expuestas a microorganismos dando así una mala calidad de agua beblible para vacunos.

Gráfico 2. Promedio de conteo de colonias de *Escherichia coli* en las muestras de agua antes del tratamiento.



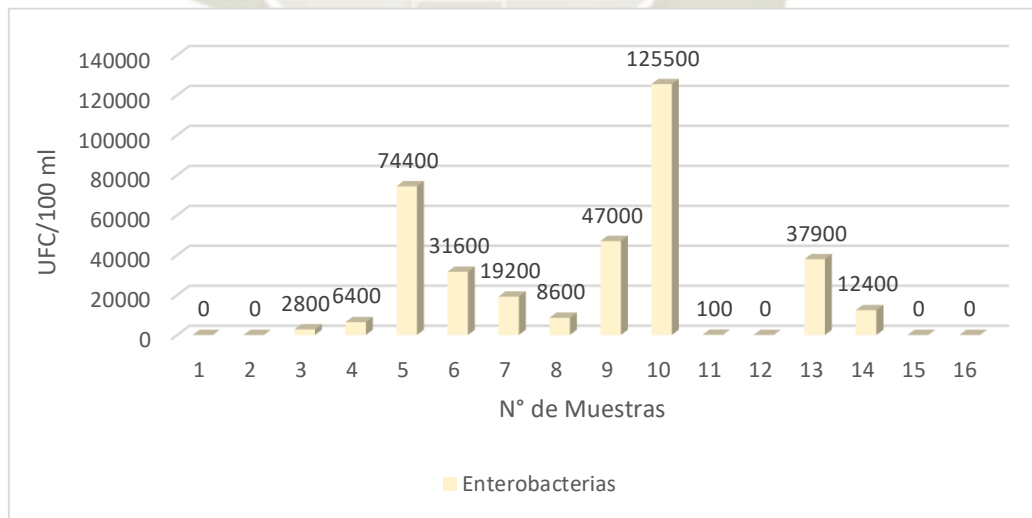
En el Gráfico 2 se observa la presencia de *Escherichia coli*, excepto en las muestras de los tanques 1, 2, 3, 11, 12, 15 y 16 que se obtuvo un resultado de 0 UFC/100 ml.

Gráfico 3. Promedio de conteo de colonias de Coliformes totales en las muestras de agua antes del tratamiento.



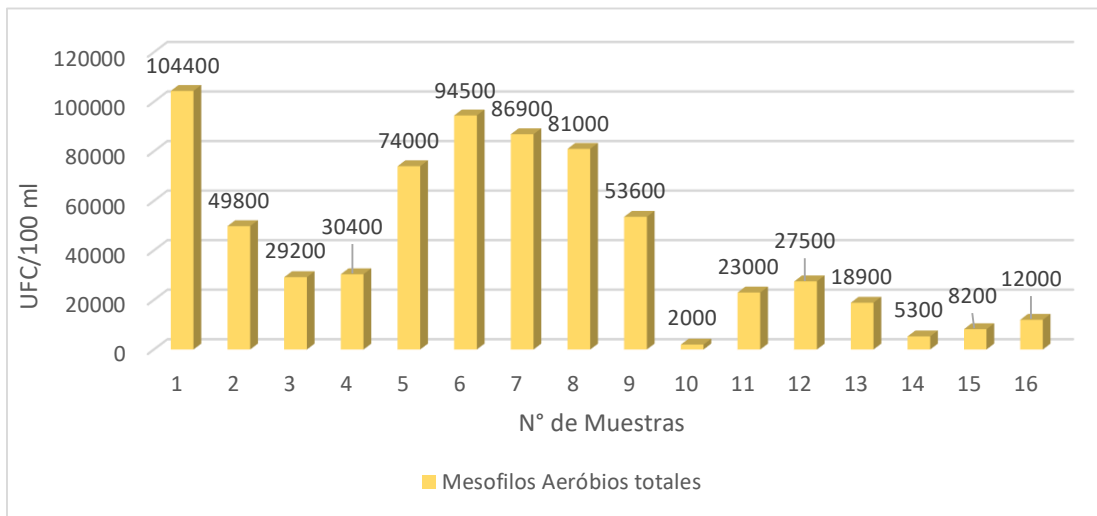
En el Gráfico 3 se observa la presencia de Coliformes totales, excepto en las muestras de los tanques 1, 2, 3, 11, 12, 15 y 16 que se obtuvo un resultado de 0 UFC/100 ml.

Gráfico 4. Promedio de conteo de colonias de Enterobacterias en las muestras de agua antes del tratamiento.



En el Gráfico 4 se observa la presencia de Enterobacterias, excepto en las muestras de los tanques 1, 2, 12, 15 y 16 que se obtuvo un resultado de 0 UFC/100 ml.

Gráfico 5. Promedio de conteo de colonias de Mesofilos Aerobios totales en las muestras de agua antes del tratamiento.



En el Gráfico 5 se observa la presencia de Mesofilos Aerobios totales que presento en todas las muestras analizadas.

4.2. Cuadros de resultados después del tratamiento

Cuadro 2. Promedio de conteo de colonias UFC/100ml de cada muestra de agua después del tratamiento con Peróxido de Hidrogeno.

N° Muestra	<i>Escherichia coli</i>	Coliformes totales	Enterobacterias	Mesofilos Aerobios totales
	UFC/100 ml	UFC/100 ml	UFC/100 ml	UFC/100 ml
1	0	0	0	0
2	0	0	0	800
3	0	0	0	2300
4	0	0	0	2200
5	0	0	0	500
6	0	0	0	3600
7	0	0	0	25000
8	0	0	100	1900
9	0	0	0	2900
10	0	0	100	3800
11	0	0	0	14500
12	0	0	0	1000
13	0	0	0	400
14	0	0	0	500
15	0	0	0	600
16	0	0	0	400

U.F.C.: Unidades Formadoras de Colonias

En el Cuadro 2 se representa el recuento de los cuatro tipos de bacterias que son los indicadores de la cantidad microbiológica de la muestra de agua de los tanques después del tratamiento con Peróxido de Hidrogeno en el establo lechero, donde se observó que para *Escherichia coli* en el primer tanque es de 0 UFC/100 ml, en el segundo tanque es de 0 UFC/100 ml, en el tercer tanque es de 0 UFC/100 ml, en el cuarto tanque es de 0 UFC/100 ml, en el quinto tanque es de 0 UFC/100 ml, en el sexto tanque es de 0 UFC/100 ml, en el séptimo tanque es de 0 UFC/100 ml, en el octavo tanque es de 0 UFC/100 ml, en el noveno tanque es de 0 UFC/100 ml, en el décimo tanque es de 0 UFC/100 ml, en el décimo primer tanque es de 0 UFC/100 ml, en el décimo segundo tanque es de 0 UFC/100 ml, en el décimo tercer tanque es de 0 UFC/100 ml, en el décimo cuarto tanque es de 0 UFC/100 ml, en el décimo quinto tanque es de 0 UFC/100 ml y en el décimo sexto tanque es de 0 UFC/100 ml.

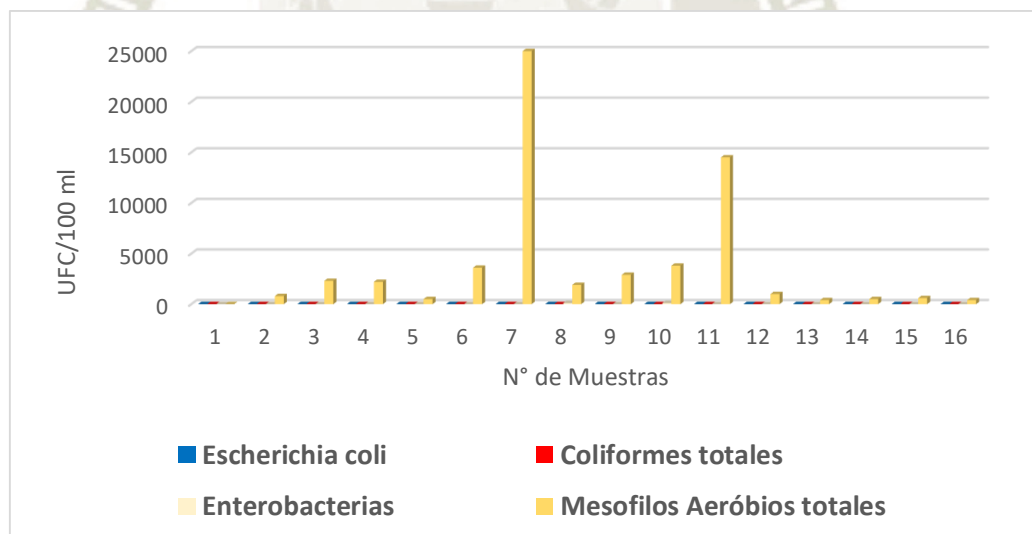
Los resultados para Coliformes totales en el primer tanque es de 0 UFC/100 ml, en el segundo tanque es de 0 UFC/100 ml, en el tercer tanque es de 0 UFC/100 ml, en el cuarto tanque es de 0 UFC/100 ml, en el quinto tanque es de 0 UFC/100 ml, en el sexto tanque es de 0 UFC/100 ml, en el séptimo tanque es de 0 UFC/100 ml, en el octavo tanque es de 0 UFC/100 ml, en el noveno tanque es de 0 UFC/100 ml, en el décimo tanque es de 0 UFC/100 ml, en el décimo primer tanque es de 0 UFC/100 ml, en el décimo segundo tanque es de 0 UFC/100 ml, en el décimo tercer tanque es de 0 UFC/100 ml, en el décimo cuarto tanque es de 0 UFC/100 ml, en el décimo quinto tanque es de 0 UFC/100 ml y en el décimo sexto tanque es de 0 UFC/100 ml.

Los resultados para la Enterobacterias en el primer tanque es de 0 UFC/100 ml, en el segundo tanque es de 0 UFC/100 ml, en el tercer tanque es de 0 UFC/100 ml, en el cuarto tanque es de 0 UFC/100 ml, en el quinto tanque es de 0 UFC/100 ml, en el sexto tanque es de 0 UFC/100 ml, en el séptimo tanque es de 0 UFC/100 ml, en el octavo tanque es de 100 UFC/100 ml, en el noveno tanque es de 0 UFC/100 ml, en el décimo tanque es de 100 UFC/100 ml, en el décimo primer tanque es de 0 UFC/100 ml, en el décimo segundo tanque es de 0 UFC/100 ml, en el décimo tercer tanque es de 0 UFC/100 ml, en el décimo cuarto tanque es de 0 UFC/100 ml, en el

décimo quinto tanque es de 0 UFC/100 ml y en el décimo sexto tanque es de 0 UFC/100 ml.

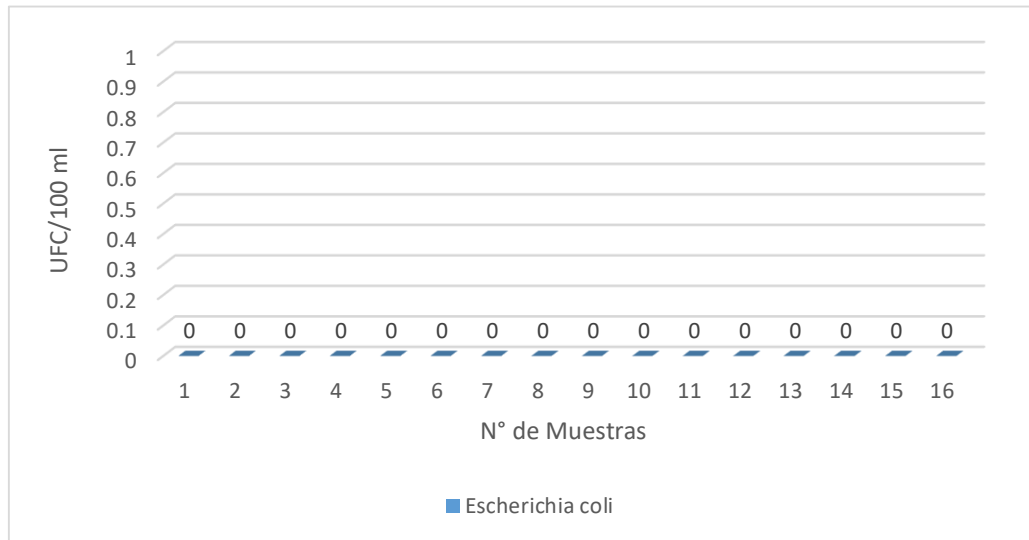
Los resultados para Mesofilos Aerobios Totales en el primer tanque es de 0 UFC/100 ml, en el segundo tanque es de 800 UFC/100 ml, en el tercer tanque es de 2300 UFC/100 ml, en el cuarto tanque es de 2200 UFC/100 ml, en el quinto tanque es de 500 UFC/100 ml, en el sexto tanque es de 3600 UFC/100 ml, en el séptimo tanque es de 25000 UFC/100 ml, en el octavo tanque es de 1900 UFC/100 ml, en el noveno tanque es de 2900 UFC/100 ml, en el décimo tanque es de 3800 UFC/100 ml, en el décimo primer tanque es de 14500 UFC/100 ml, en el décimo segundo tanque es de 1000 UFC/100 ml, en el décimo tercer tanque es de 400 UFC/100 ml, en el décimo cuarto tanque es de 500 UFC/100 ml, en el décimo quinto tanque es de 600 UFC/100 ml y en el décimo sexto tanque es de 400 UFC/100 ml.

Gráfico 6. Promedio de conteo de colonias UFC/100ml de cada muestra de agua después del tratamiento con Peróxido de Hidrogeno.



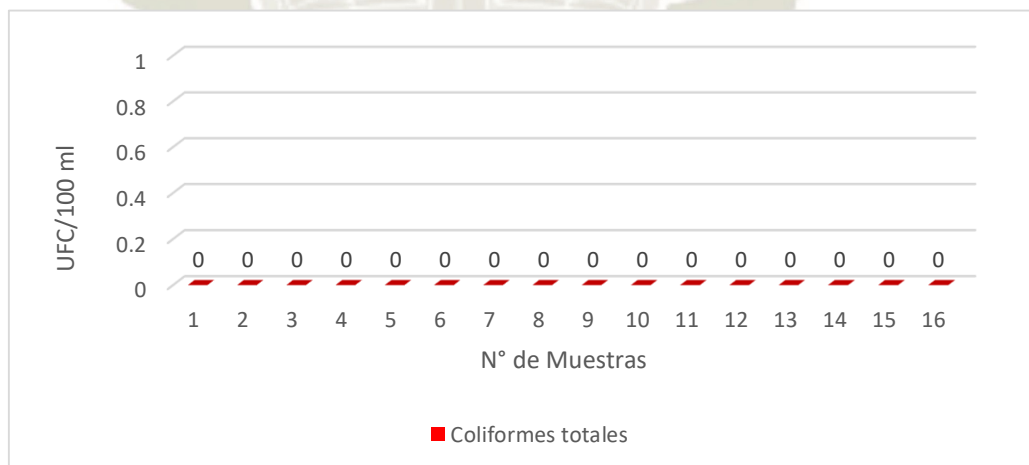
En la Gráfica 6 se observa la cantidad de bacterias analizadas en la muestra de agua del establo lechero después del tratamiento con Peróxido de Hidrogeno, donde se vio que las muestras analizadas se encuentran libres de algunos microorganismos dando así una buena calidad de agua bebible para vacunos.

Gráfico 7. Promedio de conteo de colonias de *Escherichia coli* en las muestras de agua después del tratamiento con Peróxido de Hidrogeno.



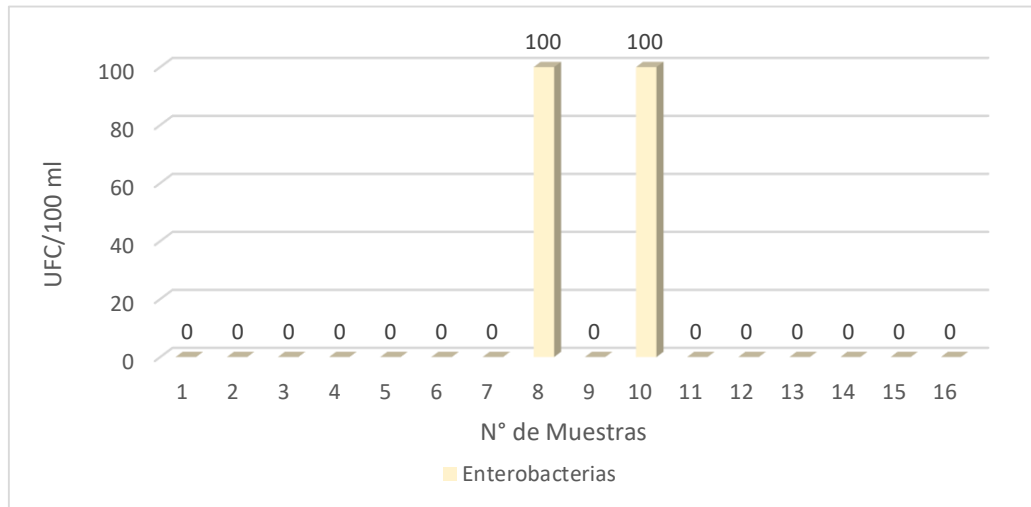
En el Gráfico 7 se observa la inexistencia total de *Escherichia coli*, ya que se obtuvo un resultado de 0 UFC/100 ml en todas las muestras tratadas con Peróxido de Hidrogeno.

Gráfico 8. Promedio de conteo de colonias de Coliformes totales en las muestras de agua después del tratamiento con Peróxido de Hidrogeno.



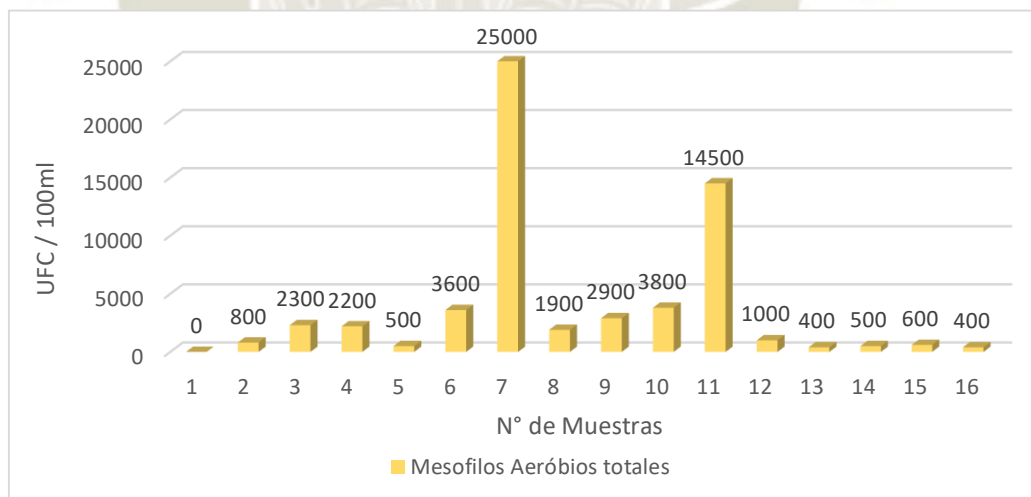
En el Gráfico 8 se observa la inexistencia total de Coliformes totales, ya que se obtuvo un resultado de 0 UFC/100 ml en todas las muestras tratadas con Peróxido de Hidrogeno.

Gráfico 9. Promedio de conteo de colonias de Enterobacterias en las muestras de agua después del tratamiento con Peróxido de Hidrogeno.



En el Gráfico 9 se observa la existencia de Enterobacterias, en dos muestras tratadas con Peróxido de Hidrogeno, en la muestra 8 y 10 ya que se obtuvo un resultado de 100 UFC/100 ml en dichas muestras analizadas.

Gráfico 10. Promedio de conteo de colonias de Mesofilos Aerobios totales en las muestras de agua después del tratamiento con Peróxido de Hidrogeno.



En el Gráfico 10 se observa la presencia de Mesofilos Aerobios totales, en todas las muestras tratadas con Peróxido de Hidrogeno excepto en la muestra 1 que se obtuvo un resultado de 0 UFC/100 ml.

4.3. Análisis estadísticos

- La prueba estadística a realizar será la T- Student (muestras relacionadas)
- Hipótesis:

H_0 = No hay diferencia significativa en las medias de las Bacterias antes y después del tratamiento.

H_1 = Existe diferencia significativa en las medias de las Bacterias antes y después del tratamiento.

- Nivel de confianza 95%:
- Alpha = 5% o 0.05
- Prueba de normalidad: Shapiro Wilk, muestras pequeñas (<30muestras)
- P-valor:
P => alpha, aceptar H_0 = Los datos provienen de una distribución normal.
P < alpha, aceptar H_1 = Los datos NO proviene de una distribución normal.

4.4. Pruebas de significancia

Hipótesis:

Existirá diferencia significativa entre las medidas de los indicadores microbiológicos antes de someterse al tratado con peróxido de hidrogeno y las medidas después de someterse al tratado con peróxido de hidrogeno en puntos como bebederos de terneros, bebederos de vaquillas, bebederos vaquillonas, bebederos de vacas.

- H_0 : No hay diferencia significativa en las medidas de los indicadores microbiológicos antes y después someterse al tratado con peróxido de hidrogeno
- H_1 : Hay diferencia significativa en las medidas de los indicadores microbiológicos antes y después someterse

Prueba de normalidad

- P-valor => alfa: aceptar la H₀: los datos provienen de una distribución normal
- P-valor =< alfa: aceptar la H₁: los datos no provienen de una distribución normal

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Indicadores microbiológicos antes del tratamiento	,203	16	,077	,965	16	,310
Indicadores microbiológicos después del tratamiento	,368	16	,000	,949	16	,480

a. Corrección de significación de Lilliefors

- **Entonces:** como ambos valores de significancia son mayor que 0.005 se acepta la hipótesis alternativa lo cual se dice que proviene de una distribución normal.

4.5. Diagramas o gráficas de resultados

Prueba de T:

Prueba de muestras emparejadas									
Diferencias Emparejadas									
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia				Sig. (bilateral)
					Inferior	Superior			
Par 1	Indicador microbiológico – Indicador microbiológico final	79625,000	85652,262	21413,066	33984,131	125265,869	3,719	15	,002

P-valor = 0.002 < alfa = 0.05

Hay una diferencia significativa en las medias de los indicadores microbiológicos antes y después de tratar el agua potable con peróxido de hidrogeno lo cual podemos concluir que el tratamiento tiene efectos significativos sobre el peróxido de hidrógeno en el agua. Hay que recalcar que el agua en promedio bajo los indicadores microbiológicos de 83412,50 UFC/100 ml a 3787,50 UFC/100 ml.

Estadísticas de muestras emparejadas					
		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error Promedio
Par 1	Indicadores Microbiológicos	83412,50	16	85881,654	21470,414
	Indicadores Microbiológicos Final	3787,50	16	6629,517	1657,379

Criterio:

- Si la probabilidad obtenida **P-valor < alfa**, rechaza **H₀** (Se acepta **H₁**)
- Si la probabilidad obtenida **P-valor > alfa**, rechaza **H₁** (Se acepta **H₀**)

5. CONCLUSIONES

1. Que, en los bebederos de terneros, bebederos de vaquillas, bebederos de vaquillonas, bebederos de vacas sin el tratamiento con el Peróxido de Hidrogeno, se logró determinar una cantidad de indicadores microbiológicos como *Escherichia coli* de 7238/UFC, Coliformes Totales de 9513/UFC, Enterobacterias de 22869/UFC y Mesofilos Aerobios Totales de 43794/UFC en las muestras de agua.
2. En las muestras de agua de los bebederos de terneros, bebederos de vaquillas, bebederos de vaquillonas, bebederos de vacas con tratamiento de Peróxido de Hidrogeno, se logró determinar que los indicadores microbiológicos se redujeron de manera notable como *Escherichia coli* con un conteo de 0/UFC, Coliformes totales de 0/UFC, Enterobacterias 0/UFC y Mesofilos Aerobios Totales de 3775/UFC en las muestras de agua dando como respuesta aceptable a la hipótesis planteada.
3. Con la prueba de T de Student, estadísticamente nos da una respuesta de 0,002 de significancia bilateral, y como es menor de 0.05 quiere decir que confirma de manera positiva la hipótesis, existiendo una diferencia entre los tratamientos, y donde se concluye que SI bajo los indicadores microbiológicos.

6. RECOMENDACIONES

1. De acuerdo a los resultados obtenidos en esta investigación, se recomienda el uso del Peróxido de Hidrogeno como desinfectante, ya que dio unos excelentes resultados en la disminución de la carga bacteriana de *Escherichia coli*, Coliformes totales, Enterobacterias y Mesofilos aerobios totales.
2. Se sugiere continuar con el uso del Peróxido de Hidrogeno en el establo para seguir mejorando la calidad de agua de los bebederos de terneros, bebederos de vaquillas, bebederos de vaquillonas, bebederos de vacas.
3. Capacitar a los propietarios de los distintos establos de la zona para tener un buen manejo de desinfección y mejoramiento del agua bebible de los bebederos de los vacunos.
4. Se recomienda continuar con los estudios de investigación de la calidad de agua que se le da en los bebederos de los establos, en diferentes estaciones del año ya que se comprobó que al dar una buena calidad de agua mejora la salud del animal.

7. REFERENCIA

1. Departamento de Asuntos Economicos y Sociales de Naciones Unidas (ONU-DAES). ONU. [Online].; 2014. Available from: <https://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/quality.shtml>.
2. Water Quality for Ecosystems and Human Health. [Online].; 2008. Available from: https://www.unwater.org/fileadmin/user_upload/unwater_new/docs/water_quality.pdf.
3. OLAECHEA MENESES JI. CALIDAD MICROBIOLÓGICA DEL AGUA DE CONSUMO DE BOVINOS EN DOS ESTABLOS LECHEROS DEL DISTRITO DE SANTA RITA DE SIGUAS PROVINCIA DE AREQUIPA, DEPARTAMENTO DE AREQUIPA, 2015. TESIS. Arequipa: UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA, Arequipa; 2016.
4. Castro de Esparza ML, Saenz Forero. Evaluacion de riesgo para la salud por el uso de aguas residuales en agricultura. CEPIS/OPS. 2005; I.
5. McGraw-Hill Book Company. Control de Calidad y Tratamiento del agua New York: Library of Congress Catalog; 1975.
6. Granados Pérez R, Villaverde Peris MC. Microbiología, Bacteriología, Medios de Cultivo y Pruebas Bioquímicas, Micología General, Parasitología General. Primera ed. Madrid: Paraninfo; 1997.
7. Agro negocios. Agro negocios. [Online].; 2016. Available from: <https://www.agronegocios.es/uso-del-agua-en-ganaderia-generalidades/>.
8. Sager RL. Produccion Animal. [Online].; 2000. Available from: <http://www.produccion-animal.com.ar/>.
9. Duarte E. Uso del Agua en establecimientos agropecuarios. Plan Agropecuario. 2011 agosto;(139).
10. Gomez BC. Principios sobre Nutricion del Ternero: Desarrollo digestivo y estrategias para destete precoz. 2011. UNALM - Perú.
11. Almeyda MJ. Manejo Integrado de Ganado vacuno. 2011. UNALM - Peru.
12. Hazard S. Inia. [Online].; 2000. Available from: www.inia.cl/quilamapu/inproleche/articulosd/.
13. Lanuza F. Crianza de Terneros y Reemplazos de Lecheria. Instituto de Investigaciones Agropecuarias - Centro Regional de Investigacion Remehue Boletin Inia. 2008;(148).
14. Quigley DJ. CalfNotes.com. [Online].; 1997. Available from: <http://www.calfnotes.com>.
15. Mejia Clara MR. Analisis de la calidad del agua para consumo humano y percepcion local de las tecnologias apropiadas para su desinfeccion a escala domiciliaria, en la microcuenca El Limon, San Jeronimo, Honduras. 2005..

16. Romero Rojas J. Calidad de agua. Tercera ed. Salazar Perdomo C, editor. Bogota: Escuela Colombiana de Ingeniería; 2009.
17. SNMP. Sociedad Nacional de Minería Petróleo y energía informe quincenal de la SNMPE. Perú. [Online].; 2012. Available from: <http://www.snmpe.org.pe/informes-y-publicaciones/informes-quincenales/sector-transversal/1893-agua-para-consumo-humano-publicado-febrero-de-2012.html>.
18. Jimenez A. El agua en la alimentación bovina. Axon Veterinaria. 2006;(7).
19. Gonzalez K. Zoo vet es mi pasión. [Online].; 2018. Available from: <https://zoovetespasion.com/ganaderia/alimentacion-bovina/calidad-del-agua-para-consumo-del-bovino/>.
20. Meléndez P. El mercurio - campo. [Online].; 2015. Available from: <http://www.elmercurio.com/Campo/Noticias/Análisis/2015/04/28/La-importancia-de-la-calidad-del-agua-y-su-impacto-en-la-produccion-de-leche.aspx?disp=1>.
21. Spellman FRea. Manual del agua Potable España: Acribia; 2000.
22. Granados Perez R, Villaverde MC. Microbiología, Bacteriología, características y Clasificación Bacteriana, Virología, Características y Técnicas Bioquímicas. Primera ed. Madrid, España: Paraninfo; 1996.
23. Cayro Ríos BI. Niveles de Contaminación Bacteriana frente a Escherichia Coli, Coliformes Totales y Aerobios Mesófilos totales en Alimento Balanceado para pollos de Engorde expendidos en los centros de venta, Feria del Altipanp, Fatima Arequipa 2013. 2013. Universidad Católica de Santa María, Perú.
24. Muñoz N, Agudelo C, Ovalle M. Vigilancia en red de serotipos y la susceptibilidad antimicrobiana de Salmonella spp., Shigella spp. y Vibrio cholerae. Informe Quincenal. Instituto Nacional de Salud, Epidemiología; 2002.
25. Peñaloza MC, Larsen RM, Monteavaro C. Calidad Bacteriológica de Agua en Tambos de Tandil. 2018 julio..
26. Cabo de la Puente. Bacteriología y Potabilidad del Agua. Primera ed. España: Blume; 1972.
27. O.M.S. Guías para la calidad del agua potable. Segunda ed. Ginebra; 1998.
28. Senez JC. Microbiología General. Primera ed. Madrid, España: Alhambra S.A.; 1968.
29. Guinea J. Análisis Microbiológicos de aguas - aspectos aplicados Barcelona, España: Omega; 1979.
30. Palacios Silva BV. Determinación de la calidad Bacteriológica del agua para consumo humano en las comunidades de Ilave - Puno. 1989. Escuela Profesional y Académica de Biología, Universidad Nacional de San Agustín, Perú.

31. Lopez Teves L, Torres C. Biología. [Online].; 2006. Available from:
<http://www.biologia.edu.ar/microgeneral/tp4.pdf>.
32. Tortora G, Funke ea. Introducción a la Microbiología. Quinta ed. Buenos Aires, Argentina: Medica Panamericana S.A.; 1993.
33. Orellana Meza AP. Evaluación de la calidad Microbiológica de la Hamburguesa Elaborada con carne de Pollo Distribuida en Supermercados Arequipa 2013. 2013. Programa Profesional de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Católica de Santa María.
34. Carrillo E, Lozano A. Javeriana. [Online].; 2008 [Facultad de ciencia, Carrera de Microbiología Industrial.]. Available from:
<http://www.javeriana.edu.co/biblos/tesis/ciencias/tesis203.pdf>.
35. Cultimed. Manual Básico de Microbiología I.C.T, S.L. Instrumental científico Técnico, España. [Online].; 2002. Available from:
<http://www.ictsl.net/downloads/microbiologia.pdf>.
36. Tebbutt THY. Fundamentos de control de la calidad del agua. Tercera ed. Noriega G, editor. Mexico, D.F.: Editorial Limusa, S.A.; 1995.
37. Lizarzaburu Castagnino R. Phartec - Aquazix plus en establos. 2019..
38. Coutiño Rodríguez EMdR, Pérez Gutierrez RA. Los compuestos de plata y la salud. Salud de la comunidad. 2007 Marzo; III(5).
39. Vilamajó M. 3tres3.com - Comunidad Profesional Porcina. [Online].; 2007. Available from:
https://www.3tres3.com/articulos/el-peroxido-de-hidrogeno-en-la-desinfeccionde-de-instalaciones-de-agua_1840/.
40. Ibañez Calderon W. Evaluación de la calidad de agua para el consumo humano en las localidades de Payllas y Miraflores del distrito de Umachiri – Melgar – Puno. Tesis. Puno: Universidad Nacional del Altiplano, Puno; 2018.
41. Amado Camargo MF. Determinación Bacteriológica de la Calidad del Agua de consumo humano, regadío y bebida de animales del distrito de Majes, Provincia de Caylloma, Departamento de Arequipa. Tesis. Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín, Arequipa; 2018.
42. Peñaloza MC, Larsen RM, Monteavaro C. Calidad Bacteriológica de Agua en Tambos de Tandil. Tesis. Buenos Aires: Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Tandil; 2018.
43. Quintero S, Malavé M. Universidad Yacambú. [Online]. [cited 2020 febrero. Available from:
<http://www.geocities.ws/mirlenamalaverojas/TrimestreVI/Estadistica/Infografia.html>.

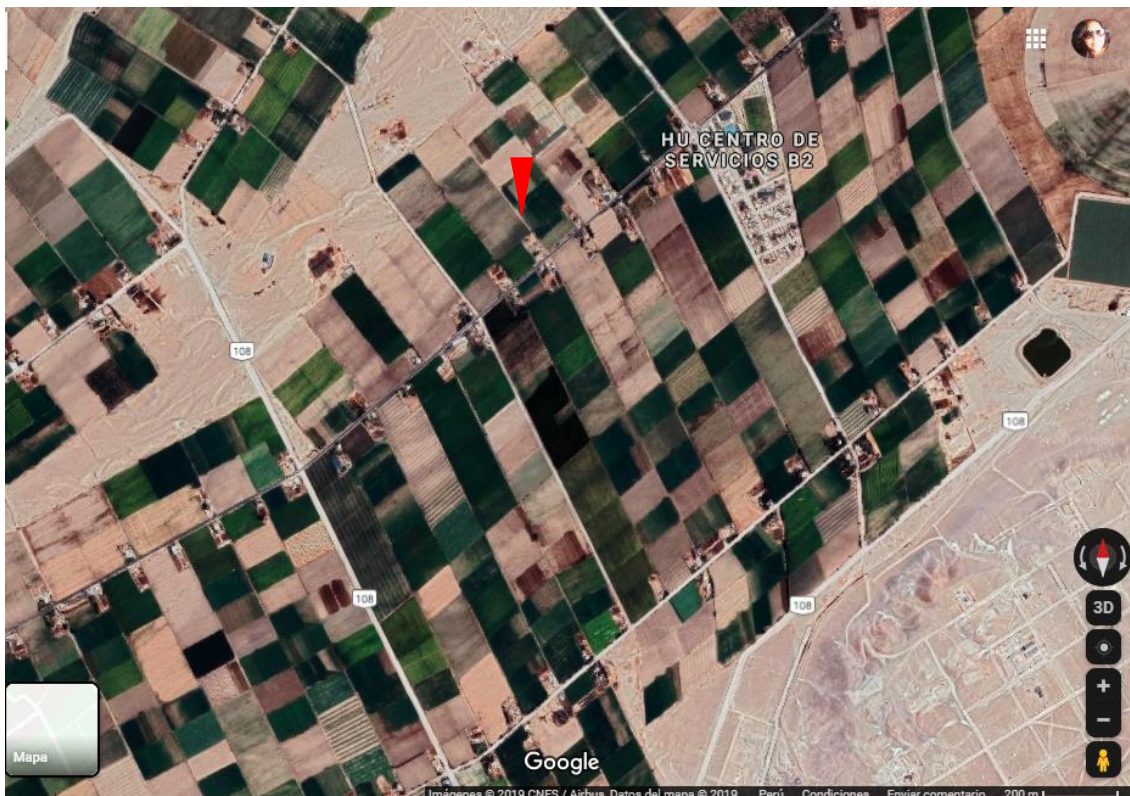
44. Brooks W.E , Sandoval E. , Yopez M.A , Howard H. Peru mercury inventory 2006. U.S. Geological Survey Opne-File Report 2007-1252, 55 p. [Online].; 2007. Available from: <http://pubs.usgs.gov/of/2007/1252/>.
45. Wagner T. Contaminacion: causas y efectos. Primera ed. Mexico: D.F. Ediciones Garnika; 1996.



8. ANEXOS

ANEXO N° 1

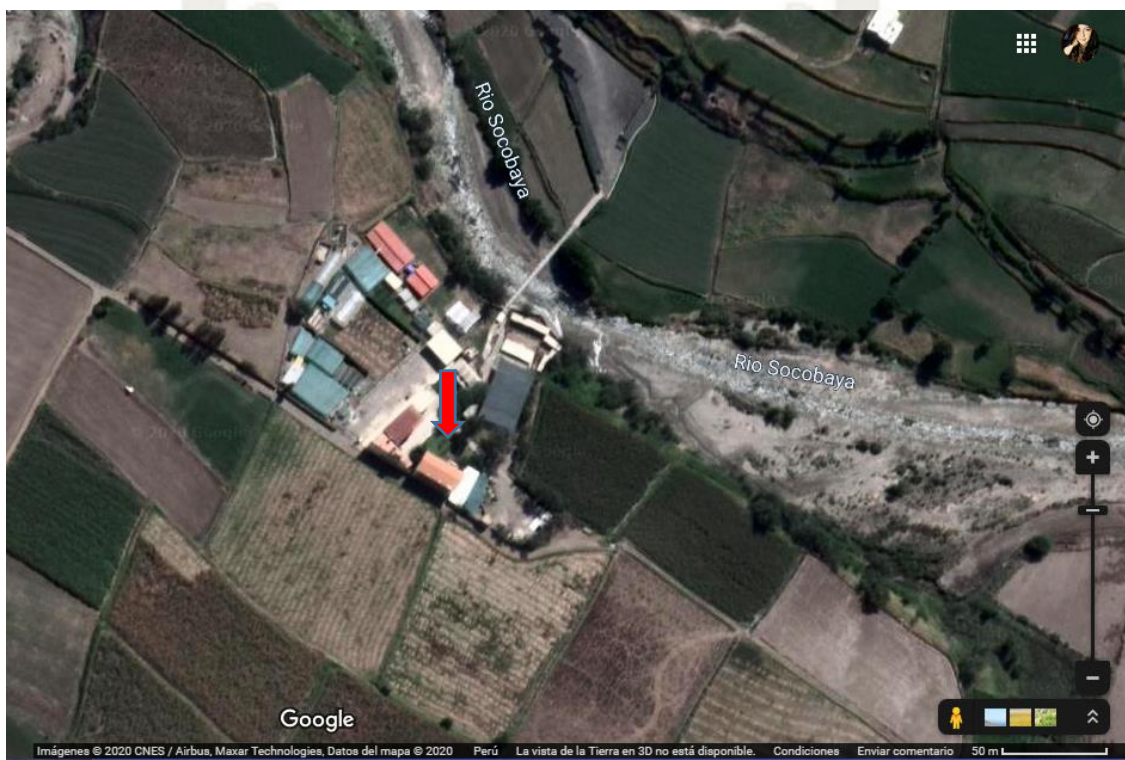
MAPA DEL ESTABLO (ZONA B)



Fuente: Google Maps, 2020

ANEXO N° 2

MAPA DEL LABORATORIO FUNDO HUASACACHE DE LA UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA



Fuente: Google Maps, 2020

ANEXO N° 3

FOTOGRAFIAS DE TOMA DE MUESTRAS



Recolección de la muestra de agua no
tratada con el Peróxido de Hidrogeno



Preparación del peróxido de
hidrogeno para la desinfección del
agua



Se añade agua de los bebederos al
producto



Se revuelve bien para mezclar y diluir
el producto con el agua



Un vez mezclado y deja por un
tiempo para q haga efecto el peróxido
de Hidrogeno se toma una muestra de
dicha agua



Todas las muestras de los bebederos
son rotulados, almacenados y
transportados en un Cooler para
mantener la temperatura.

ANEXO N° 4

FOTOGRAFIAS DE SEMBRADO DE BACTERIAS



Primero rotulamos con el marcador el número de muestra en cada una de las placas de cultivo



Acomodamos las placas con las muestras de agua



En la micropipeta de 1000 μ l
acoplamos un tip azul



Tomamos un 1 ml de
la muestra de agua no tratada



Transferimos la muestra de agua no
tratada a las placas con Agar Chromocult
y Agar Nutritivo



Distribuimos la muestra con movimientos
suaves para q la distribución sea
homogénea.



Repetimos tomando 1ml de la muestra
tratada



Transferimos la muestra de agua tratada a
las placas con Agar Chromocult y Agar
Nutritivo



Secado de las placas y fijación de la
muestra

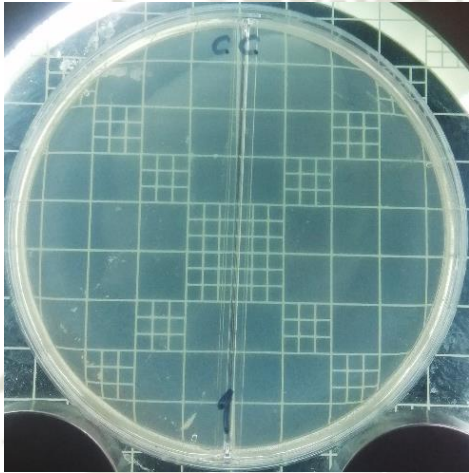
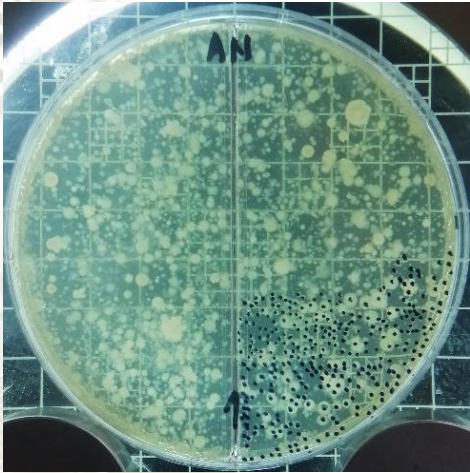
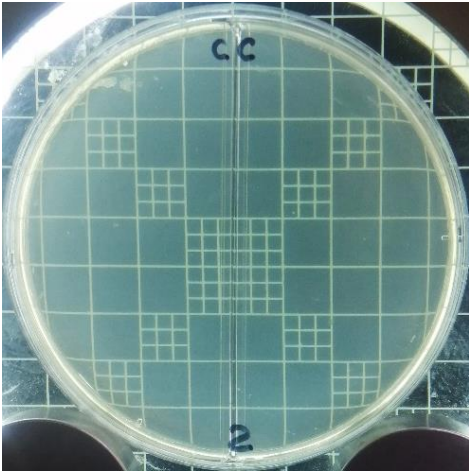
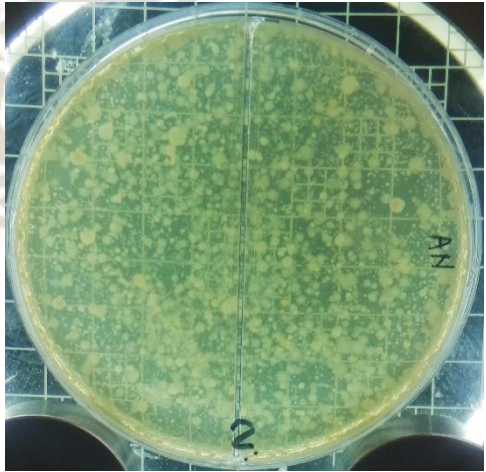


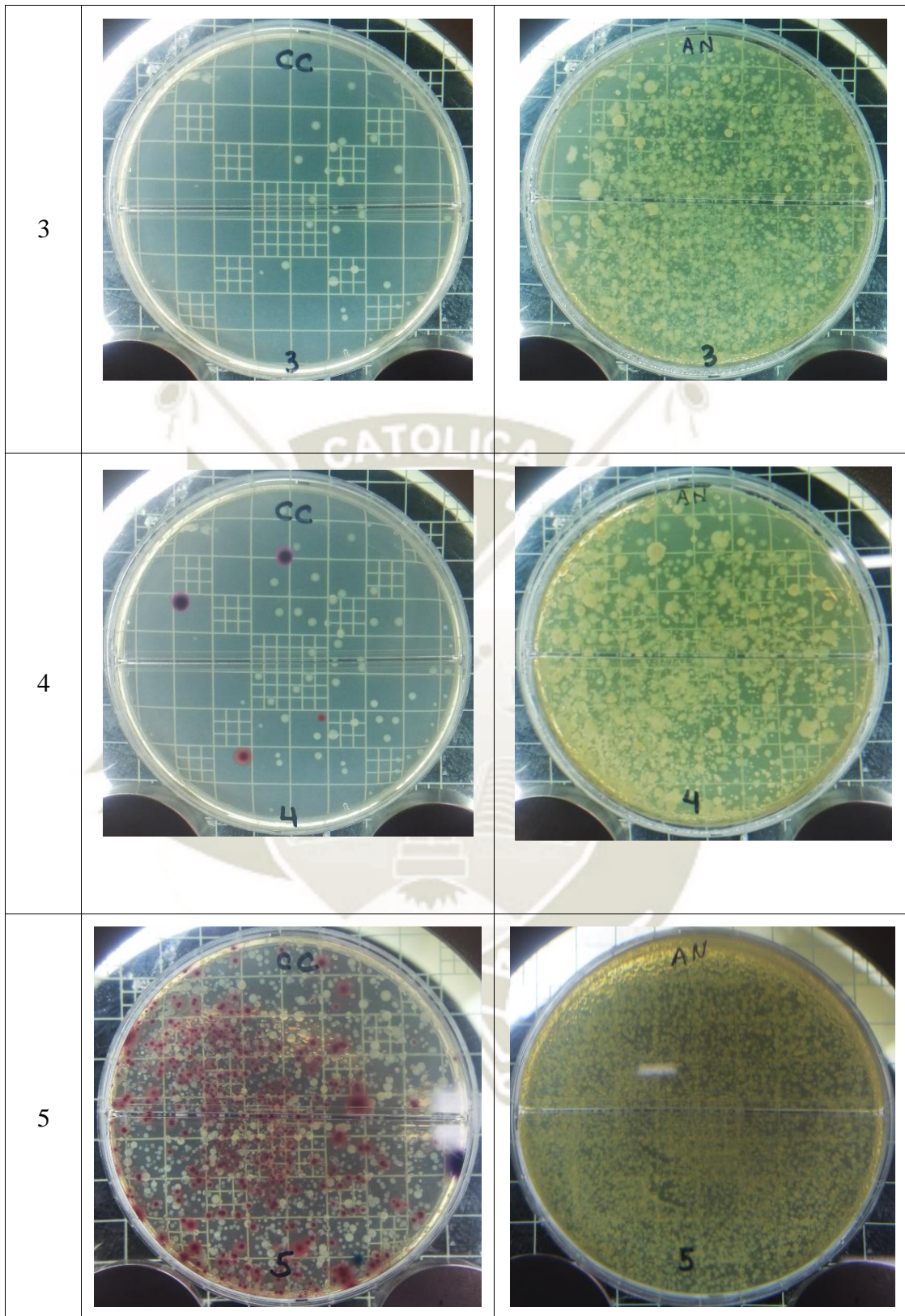
Una vez secado los cultivos lo dejamos
en la estufa por 24 horas

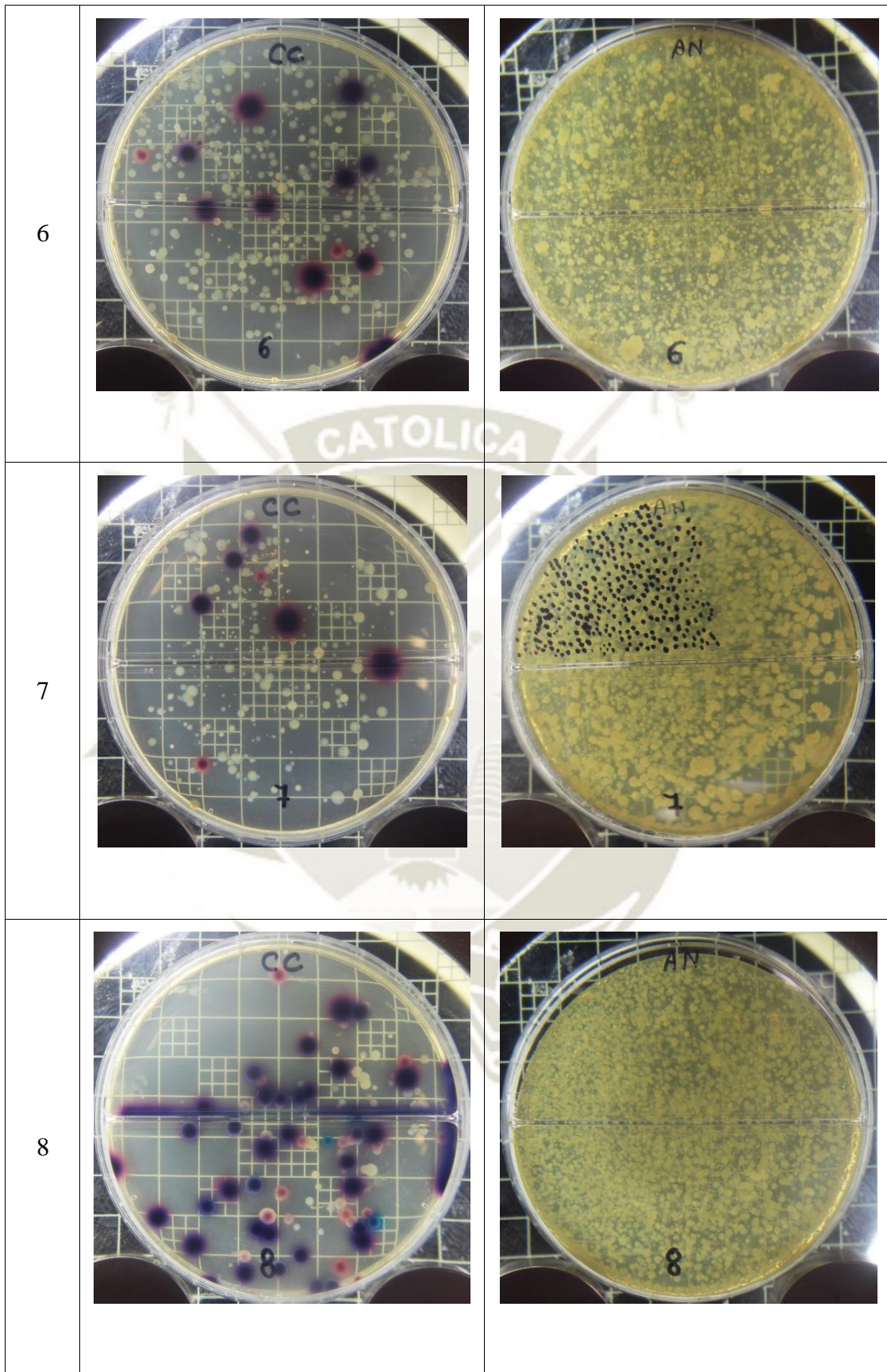


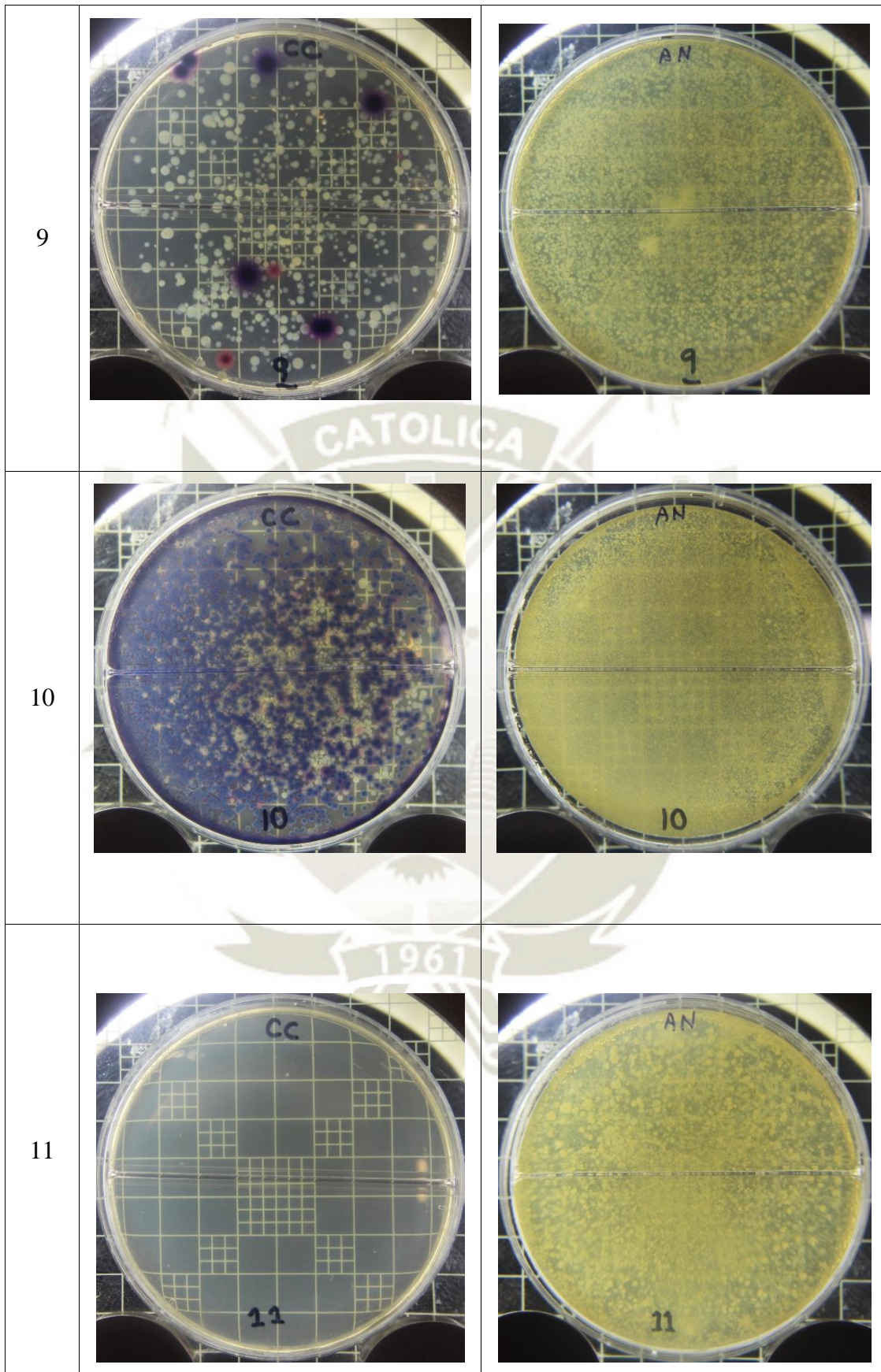
ANEXO N° 5

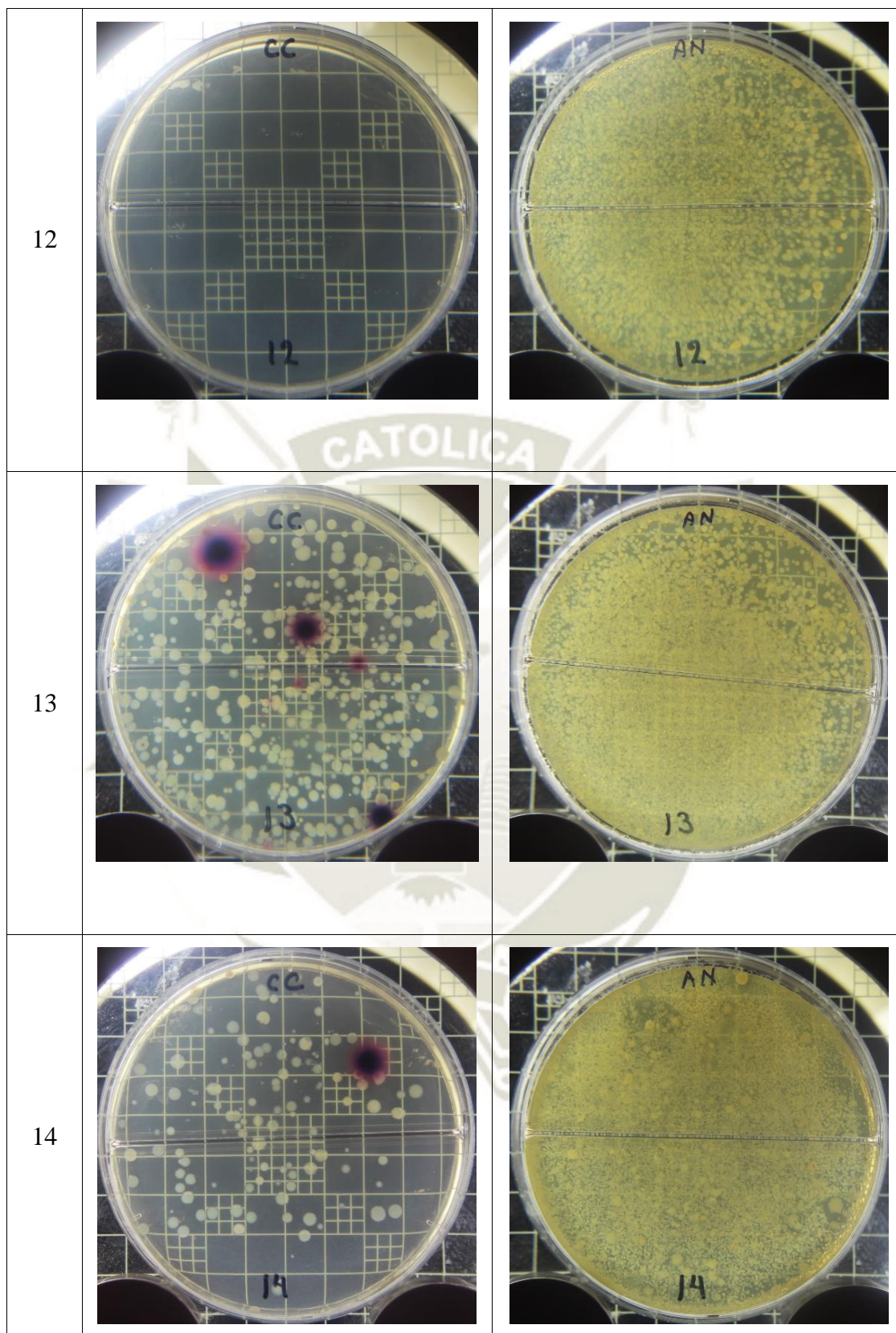
FOTOGRAFÍAS DE LAS UNIDADES FORMADORAS DE COLONIAS ANTES
DEL TRATAMIENTO

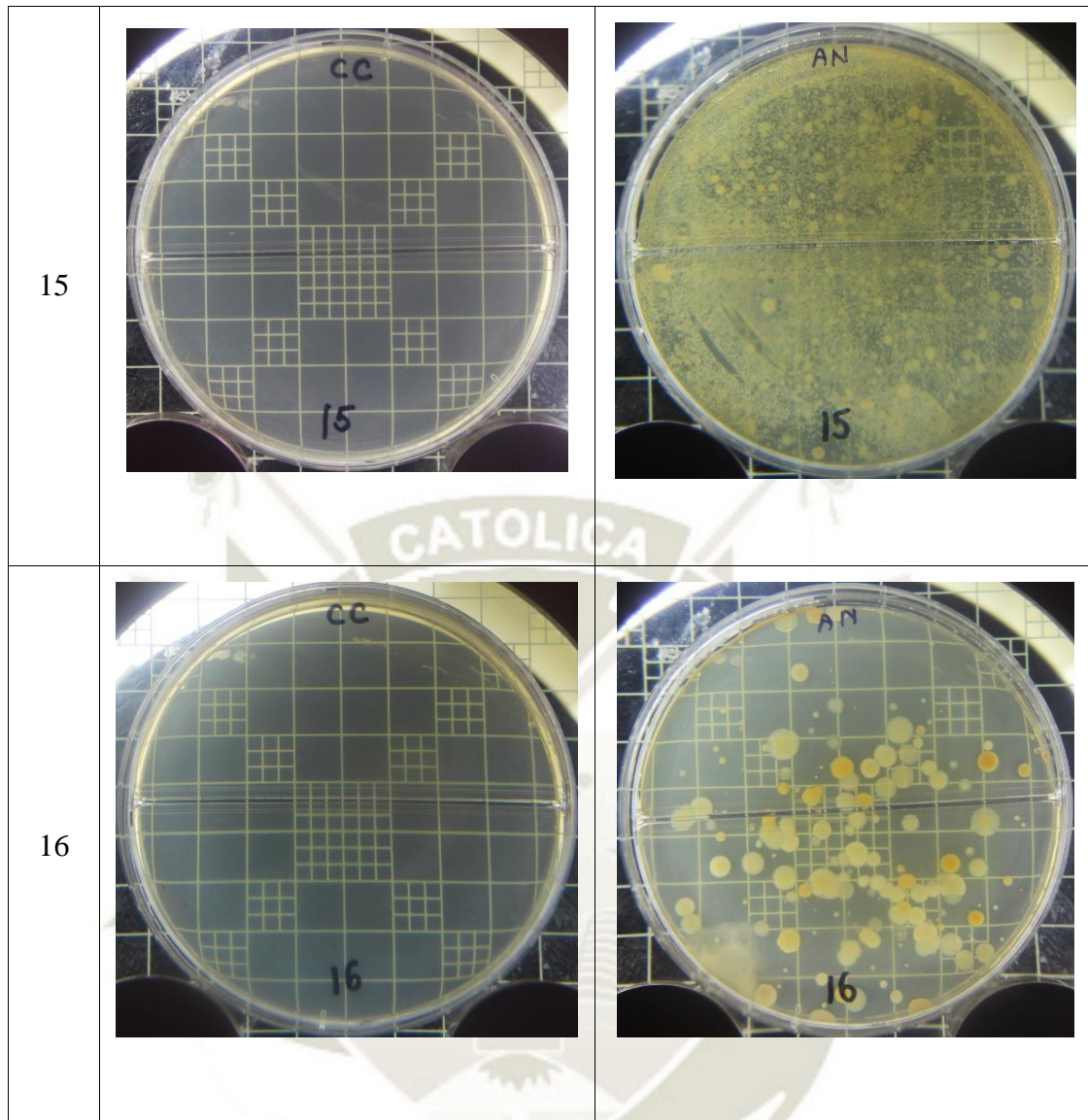
N°	Medios de Cultivos	
	Chromocult	Agar Nutritivo
1		
2		



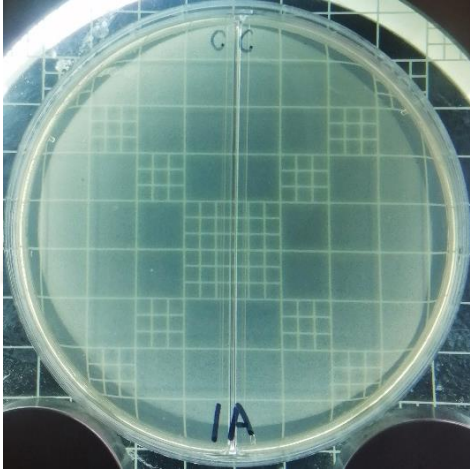
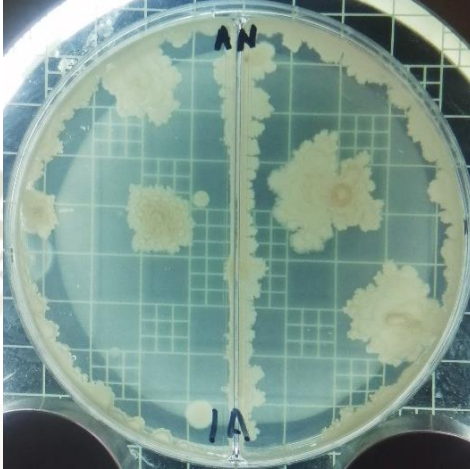
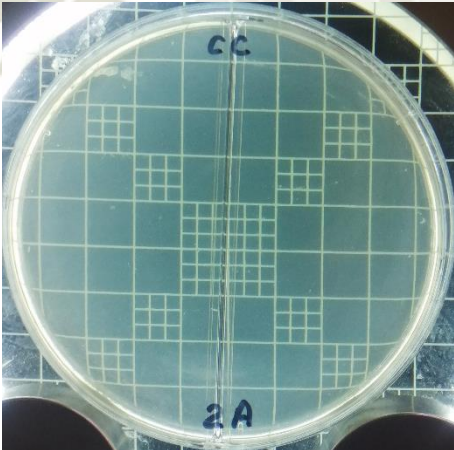
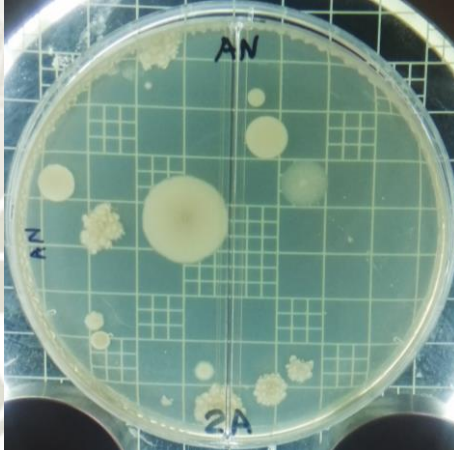


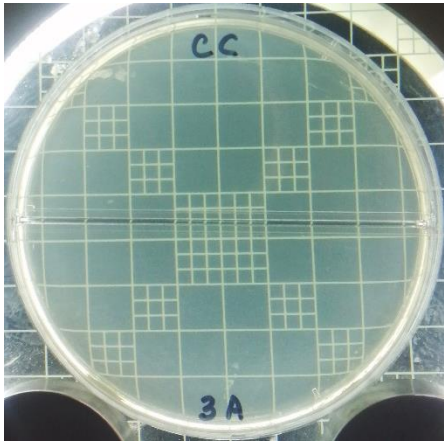
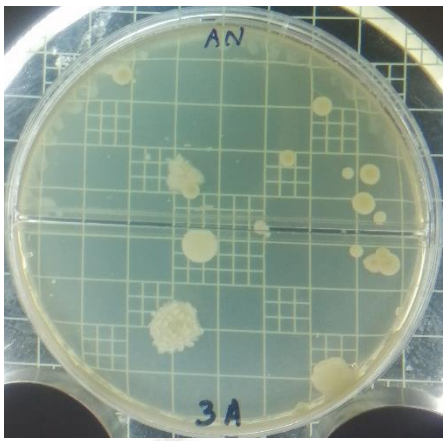
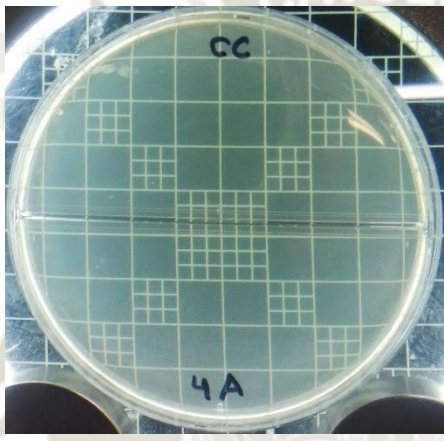
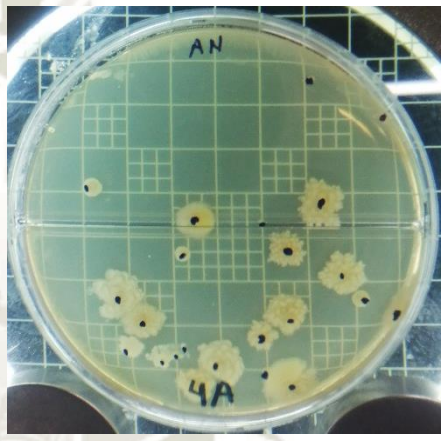
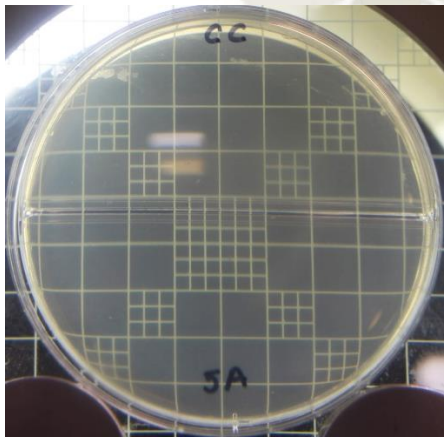
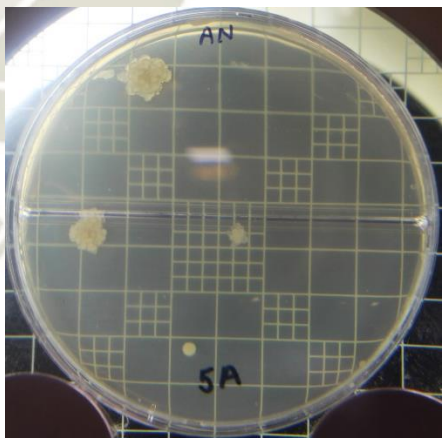


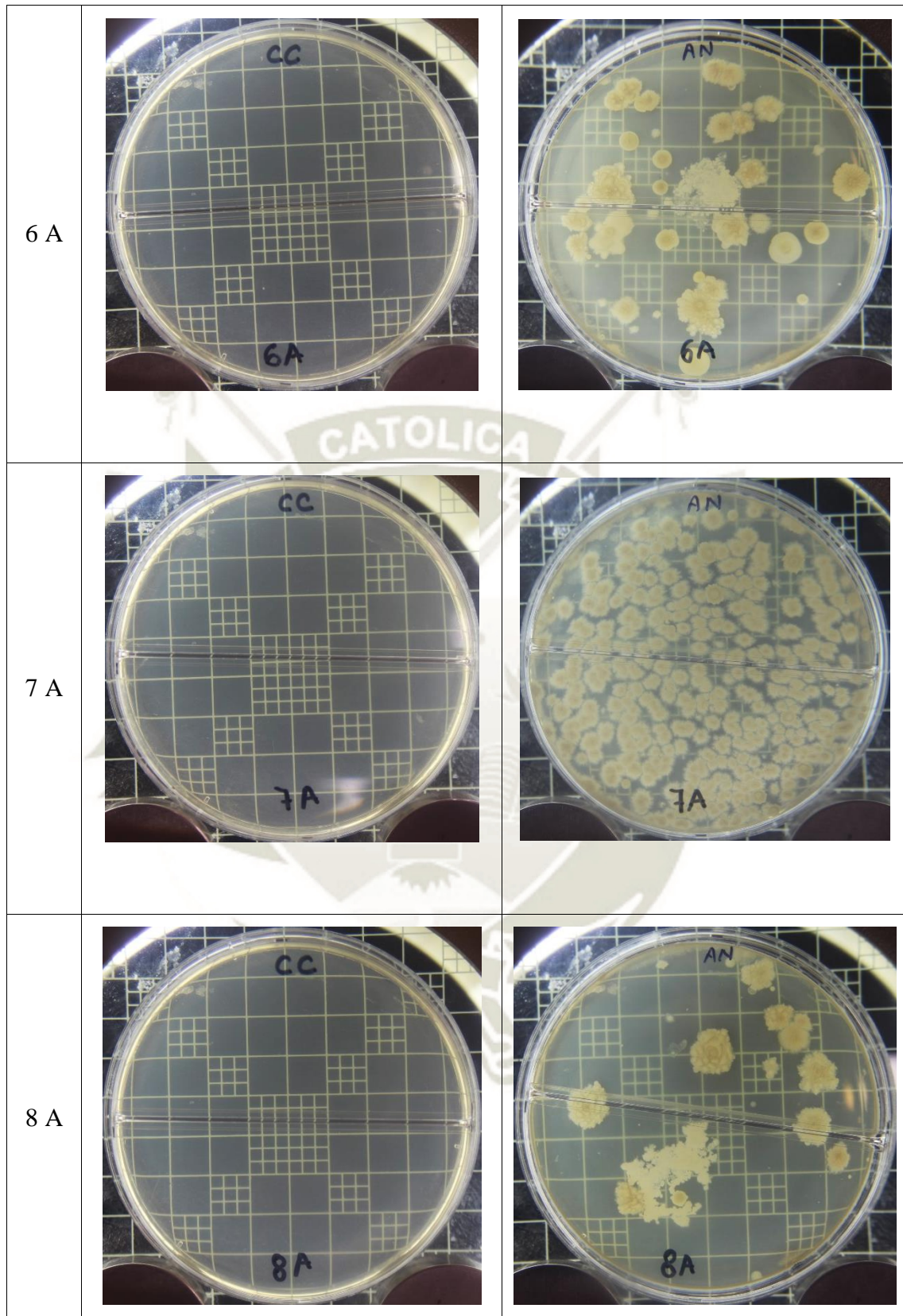


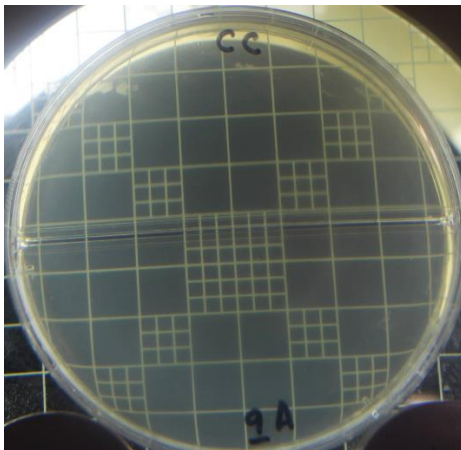
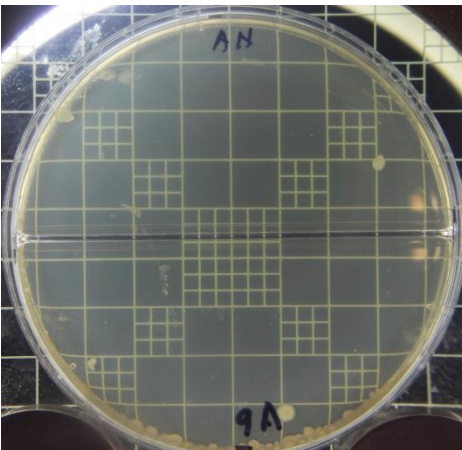
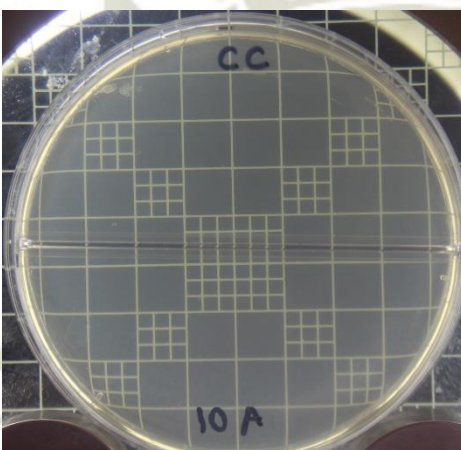
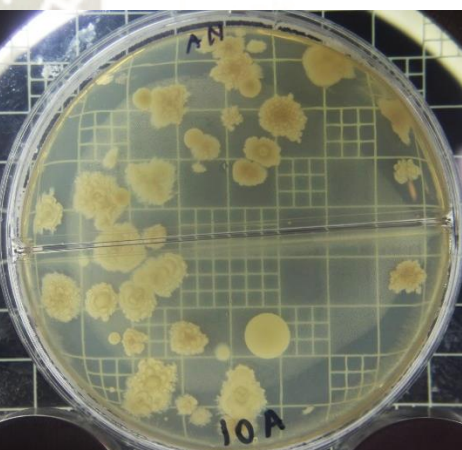


**FOTOGRAFIAS DE LAS UNIDADES FORMADORAS DE COLONIAS
DESPUES DEL TRATAMIENTO**

N°	Medios de Cultivos	
	Chromocult	Agar Nutritivo
1 A		
2 A		

3 A		
4 A		
5 A		



9 A		
10 A		
11 A	