

**17.9%****Tesis Castrejón y Herrera. oFp.docx**

Fecha: 2023-10-06 14:33 UTC



\* Todas las fuentes de internet y documentos propios



[0] repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/UPAGU/2965/TESSIS.pdf?sequence=1 15.4% 90 resultados



[1] repositorio.unsa.edu.pe/bitstreams/7954c49d-3a34-49b9-9722-15d6d14717cf/download 1.2% 24 resultados



[2] usil.edu.pe/sites/default/files/2022-05/revista-saber-y-hacer-v2n2.2-1-19set16-aguas-residuales.pdf 1.3% 20 resultados



[3] "NPS INFORME DE TESIS - Brito Larrea Melanie Alejandra y Valiente Murrugarra Deisy Lizbeth.pdf" fechado del 2023-07-27 2.1% 3 resultados



[4] repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/10805/1/IV\_FIN\_107\_TE\_Garcia\_Remigio\_2022.pdf 1.5% 14 resultados



[5] "INFORME FINAL DE TESIS\_ LIÑAN Y SANCHEZ...docx" fechado del 2023-09-19 1.3% 8 resultados



[6] repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/7000/Tesis de Raúl Bruga.pdf?sequence=1&amp;isAllowed=y 0.4% 5 resultados



[7] www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/166147/nmx-aa-042-scfi-2015.pdf 0.1% 3 resultados



[8] ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\_arttext&amp;pid=S0378-78182002000400007 0.2% 4 resultados



[9] alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UPAG\_f3cc9c54f12bf13bafae12a60ef2bfe 0.4% 4 resultados



[10] www.infobae.com/america/peru/2021/10/26/conoce-sobre-los-banos-del-inca-en-cajamarca/ 0.2% 3 resultados



[11] ingenieriaambiental.net/contaminacion-microbiologica-del-agua/ 0.3% 4 resultados



[12] es.pureaqua.com/eliminacion-de-coliformes-del-agua/ 0.0% 3 resultados



[13] atlascajamarca.pe/provincial/cajamarca/los\_banos\_del\_inca.html 0.1% 1 resultados



[14] www.digesa.minsa.gob.pe/lab/AC-LI-07\_Lista\_metodos\_acreditados\_LINCE\_1.pdf 0.1% 1 resultados



[15] www.consumer.es/seguridad-alimentaria/contaminacion-microbiologica-en-los-alimentos.html 0.0% 1 resultados

[16] www.boe.es/doue/2011/293/L00026-00030.pdf 0.1% 1 resultados

**50 páginas, 7991 palabras****Nivel del plagio: 17.9% seleccionado / 24.9% en total**

129 resultados de 17 fuentes, de ellos 15 fuentes son en línea.

**Configuración**Directiva de data: *Comparar con fuentes de internet, Comparar con documentos propios*Sensibilidad: *Media*

**Bibliografía:**

*Considerar Texto*

Deteción de citas:

*Reducir PlagLevel*

Lista blanca

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONIO GUILLERMO URRELO**



Facultad de Ingeniería

Carrera Profesional de Ingeniería Ambiental y Prevención de riesgos

**TESIS**

**EFECTO DEL BICARBONATO DE SODIO SOBRE LA POBLACIÓN DE  
COLIFORMES TERMOTOLERANTES DEL AGUA DEL RÍO CHONTA  
EN LOS BAÑOS DEL INCA, CAJAMARCA 2022**

**Bachilleres:**

**Bach. Castrejón Abanto, Juan Carlos**

**Bach. Herrera Cueva, Lizandro Natanael**

**Asesor:**

**Dr. Persi Vera Zelada**

**Cajamarca-Perú**

**2023**

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONIO GUILLERMO URRELO**



Facultad de Ingeniería

Carrera Profesional de Ingeniería Ambiental y Prevención de Riesgos

**EFEECTO DEL BICARBONATO DE SODIO SOBRE LA POBLACIÓN DE  
COLIFORMES TERMOTOLERANTES DEL AGUA DEL RÍO CHONTA  
EN LOS BAÑOS DEL INCA, CAJAMARCA 2022**

Tesis presentada en cumplimiento parcial de los requerimientos para optar el Título Profesional  
de Ingeniero Ambiental y Prevención de Riesgos

**Bachilleres:**

**Bach. Castrejón Abanto, Juan Carlos**

**Bach. Herrera Cueva, Lizandro Natanael**

**Asesor:**

**Dr. Vera Zelada Persi**

**Cajamarca - Perú**

**2023**

COPYRIGHT © 2023 by

CASTREJON ABANTO JUAN CARLOS

HERRERA CUEVA LIZANDRO NATANAEL

Todos los derechos reservados

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONIO GUILLERMO URRELO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y PREVENCIÓN DE  
RIESGOS**

APROBACIÓN DE TESIS PARA OPTAR TÍTULO PROFESIONAL

**EFEECTO DEL BICARBONATO DE SODIO SOBRE LA POBLACIÓN DE  
COLIFORMES TERMOTOLERANTES DEL AGUA DEL RÍO CHONTA  
EN LOS BAÑOS DEL INCA, CAJAMARCA 2022**

Presidente: \_\_\_\_\_

Secretario: \_\_\_\_\_

Vocal: \_\_\_\_\_

Asesor: \_\_\_\_\_

## **DEDICATORIAS**

El presente estudio está dedicado de manera especial Dios, quien ha sido mi guía y mi fortaleza en todos estos años de formación; a mi madre por su apoyo, y a cada uno de los docentes que con su experiencia y conocimientos compartidos contribuyeron con mi desarrollo profesional.

**Juan Carlos Castrejón Abanto**

Le dedico el resultado de este trabajo a toda mi familia. Principalmente a mis padres que me apoyaron y contuvieron los momentos malos y en los menos malos. Gracias por enseñarme a afrontar las dificultades sin perder nunca la cabeza ni morir en el intento. Me han enseñado a ser la persona que soy hoy, mis principios, mis valores, mi perseverancia y mi empeño. Todo esto con una enorme dosis de amor sin nada a cambio.

**Lizandro Natanael Herrera Cueva**

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por guiarme en todo mi camino de formación, a la memoria de mi padre Agustín Castrejón flores y mi madre Clementina Abanto Carrascal por el esfuerzo, porque fueron el pilar fundamental de mi vida, por el apoyo brindado durante tantos años y el cariño incondicional que siempre me brindaron.

Agradezco a mi casa estudios, quien con su plana docente hizo de mi actualmente un profesional de éxito.

**Juan Carlos Castrejón Abanto**

En primer lugar, agradecer a Dios por darme la vida y salud y permitirme terminar mis estudios universitarios, también quiero agradecer a mis padres, hermanos que siempre me han brindado su apoyo incondicional para poder cumplir todos mis objetivos personales y académicos. Ellos son los que con su cariño me han impulsado siempre a perseguir mis metas y nunca abandonarlos frente a las adversidades. También son los que me han brindado el soporte material y académico para poder concentrarme en los estudios y nunca abandonarlos.

**Lizandro Natanael Herrera Cueva**

## RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo principal determinar los efectos del bicarbonato de sodio sobre la población de coliformes termotolerantes en el agua del río Chonta en Los Baños del Inca, Cajamarca 2022.

Según la metodología, la presente investigación es experimental, con diseño transversal, pues se tendrá el control premeditado de la variable independiente y el estudio se realizará con la muestra obtenida en un momento determinado. Se logró detectar el 1600, 220 y 34 NMP/100mL de *Coliformes termotolerantes* en el agua del río Chonta en Los Baños del Inca, Cajamarca 2022, después del tratamiento con bicarbonato de sodio con concentraciones 1M, 2M y 5M respectivamente; y de acuerdo con el análisis estadístico realizado, mediante el ANOVA, se determinó que  $F_0 > F_{\alpha, k-1, N-k}$  entonces ( $50401.56 > 3.49$ ); con lo que debemos rechazar la  $H_0$ .

Al comparar con lo establecido en el D. S. 004-2017-MINAM – categoría 3, D1 (riego de vegetales) = 2000 NMP/100mL y D2 (bebida de animales) = 1000 NMP/100mL; donde con una concentración de 1M logra cumplir la norma antes mencionada solamente para la categoría 3 D1, y con las concentraciones de 2M y 5M cumpliría con lo establecido en la norma antes mencionada y categoría indicada.

**Palabras claves:** Bicarbonato de sodio, *Coliformes termotolerantes*.

## ABSTRACT

The main objective of this research is to determine the effects of sodium bicarbonate on the population of thermotolerant coliforms in the water of the Chonta River in Los Baños del Inca, Cajamarca 2022.

According to the methodology, the present research is experimental, with a cross-sectional design, since the independent variable will be premeditated control and the study will be carried out with the sample obtained at a specific time. It was possible to detect 1600, 220 and 34 NMP/100mL of thermotolerant coliforms in the water of the Chonta river in Los Baños del Inca, Cajamarca 2022, after treatment with sodium bicarbonate with 1M, 2M and 5M concentrations respectively; and according to the statistical analysis performed, by means of ANOVA, it was determined that  $F_0 > F_{\alpha, k-1, N-k}$  then ( $50401.56 > 3.49$ ); so we must reject the  $H_0$ .

When comparing with what is established in D. S. 004-2017-MINAM - category 3, D1 (vegetable irrigation) = 2000 NMP/100mL and D2 (animal drinking) = 1000 NMP/100mL; where with a concentration of 1M manages to meet the above mentioned standard only for category 3 D1, and with the concentrations of 2M and 5M would comply with what is established in the above mentioned standard and indicated category.

**Keywords:** Sodium bicarbonate, Thermotolerant coliform.

## ÍNDICE

<b>DEDICATORIAS.....</b>	<b>5</b>
<b>AGRADECIMIENTOS .....</b>	<b>6</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS .....</b>	<b>10</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>11</b>
<b>CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>12</b>
<b>1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....</b>	<b>12</b>
1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA .....	12
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	14
1.3. OBJETIVOS .....	14
OBJETIVO GENERAL .....	14
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	15
1.4. JUSTIFICACIÓN .....	15
<b>2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>18</b>
2.1. ANTECEDENTES TEÓRICOS .....	18
2.2. BASES TEÓRICAS .....	20
2.2.1. <i>Calidad del agua</i> .....	20
2.2.2. <i>Tratamiento de las aguas residuales</i> .....	23
2.2.3. <i>Coliformes termotolerantes</i> .....	24
2.2.4. <i>Decreto supremo 004-2017-MINAM</i> .....	26
2.2.5. <i>Estándares de calidad ambiental (ECAS)</i> .....	26
2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS .....	26
2.4. HIPÓTESIS .....	27
2.5. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	27
<b>CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>28</b>
<b>3. ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS .....</b>	<b>28</b>

	10
3.1. UNIDAD DE ANÁLISIS, UNIVERSO Y MUESTRA .....	28
3.1.1. <i>Unidad de Análisis</i> .....	28
3.1.2. <i>Universo</i> .....	28
3.1.3. <i>Muestra</i> .....	29
3.2. MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN .....	29
3.3. TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN.....	29
3.4. INSTRUMENTOS .....	31
3.5. TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE DATOS .....	32
<b>4. PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS .....</b>	<b>33</b>
4.1. PARÁMETRO: NML/100ML DE COLIFORMES TERMOTOLARANTES .....	33
4.2. DISCUSIÓN.....	43
<b>CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>46</b>
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>46</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>46</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>TABLA 1 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES .....</b>	<b>27</b>
<b>TABLA 2 RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS .....</b>	<b>34</b>
<b>TABLA 3 PROCESAMIENTO DE CASOS .....</b>	<b>36</b>
<b>TABLA 4 DESCRIPTIVOS ESTADÍSTICOS .....</b>	<b>37</b>
<b>TABLA 5 PRUEBAS DE NORMALIDAD.....</b>	<b>38</b>
<b>TABLA 6 RESULTADOS DE LOS ENSAYOS Y RÉPLICAS .....</b>	<b>40</b>
<b>TABLA 7 TABLA ANOVA .....</b>	<b>40</b>
<b>TABLA 8 DIFERENCIAS MUESTRALES .....</b>	<b>42</b>

**ÍNDICE DE FIGURAS**

FIGURA 1 RESULTADO MICROBIOLÓGICO APT Y DPT.....	35
--	----

## CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

### 1. Planteamiento del problema

#### 1.1. Descripción de la realidad problemática

La contaminación ambiental es un problema persistente que está consiguiendo empeorar cada día y esto producto de una serie de variables que terminan en la actual crisis ambiental. La contaminación de varios cuerpos de agua pone en peligro la salud pública y ambiental.

Los cambios en las condiciones físicas como pendientes y la geología de su nacimiento permiten a los ríos convertirse en sistemas dinámicos que cambian a lo largo de su curso (Bellos & Sawidis, 2005), la alteración de la calidad del agua superficial en cualquier punto de su cauce o recorrido es producto de influencias litológicas, atmosféricas, climáticas y antropogénicas, por lo que es fundamental poder identificar y cuantificar estas influencias.

La contaminación microbiológica del agua es un problema grave en todo el mundo. Los microorganismos presentes en el agua pueden ser patógenos y causar enfermedades, especialmente en países en desarrollo donde las prácticas de saneamiento y la calidad del agua no son adecuadas.

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2019), la contaminación microbiológica del agua es causada por microorganismos como bacterias, virus y protozoos que pueden causar enfermedades como cólera, fiebre tifoidea y disentería. Estos microorganismos pueden provenir de

diversas fuentes, incluyendo desechos humanos y animales, aguas residuales no tratadas y malas prácticas de saneamiento. La contaminación microbiológica del agua puede ser un problema especialmente grave en áreas con una alta densidad de población y un acceso limitado al agua potable y saneamiento adecuado.

La prevención y el control de la contaminación microbiológica del agua son cruciales para proteger la salud pública y prevenir enfermedades. Como señala la OMS (2019) "el acceso al agua potable y saneamiento es un derecho humano fundamental y es esencial para la vida y la salud" (OMS, 2019). Por lo tanto, es necesario que se implementen políticas y medidas adecuadas para garantizar que el agua potable esté disponible para todos.

El tratamiento adecuado de aguas residuales, la implementación de sistemas de alcantarillado y saneamiento, la promoción de prácticas de higiene adecuadas y el monitoreo regular de la calidad del agua. Garantizar el acceso al agua potable es un derecho humano fundamental que debe ser protegido y promovido por todos los países (OMS, 2019).

La presencia de coliformes termotolerantes son indicador de contaminación fecal, razón por la cual, la calidad de los ecosistemas acuáticos y la salud humana, se ven afectados constantemente por las inadecuadas prácticas de disposición final de aguas residuales domésticas, que introducen altos niveles de bacterias entéricas patógenas al sistema (Lipp, Farrash, & Roan, 2001).

Diferentes investigaciones usan indicadores bacterianos (grupo Coliformes) para evaluar la entrada de descargas a los ambientes acuáticos y la distribución de bacterias patógenas humanas (Ramaiah, Kenkre, & Verlecar, 2002). Los cuerpos de agua pueden ser contaminados por aguas de desechos y excretas de personas enfermas, las cuales presentan grandes densidades de organismos patógenos. También se ha reportado que personas aparentemente saludables actúan como portadoras de estos organismos (Montiel, Zambrano, Castrejón, Oliveros, & Botero, 2005)

El agua del río Chonta en el distrito de Los Baños del Inca no es la excepción de estos procesos de contaminación microbiológica, razón por la cual en la presente investigación se busca una alternativa de tratamiento eficiente con bicarbonato de sodio.

## **1.2. Formulación del problema**

¿Cuál es el efecto del bicarbonato de sodio sobre la población de coliformes termotolerantes del agua del río Chonta en los Baños del Inca, Cajamarca 2022?

## **1.3. Objetivos**

### **Objetivo general**

Determinar el efecto del bicarbonato de sodio sobre la población de coliformes termotolerantes en el agua del río Chonta en los Baños del Inca, Cajamarca 2022

### **Objetivos específicos**

- Detectar la población de coliformes termotolerantes en el agua del río Chonta en Los Baños del Inca, Cajamarca 2022, antes del tratamiento con bicarbonato de sodio.
- Detectar la población de coliformes termotolerantes en el agua del río Chonta en Los Baños del Inca, Cajamarca 2022, después del tratamiento con bicarbonato de sodio.
- Comparar y analizar los resultados obtenidos del tratamiento con bicarbonato de sodio sobre de la población de coliformes termotolerantes en el agua del río Chonta en Los Baños del Inca con los Estándares de Calidad Ambiental establecidos en el D.S. N° 004-2017-MINAM, categoría 3.

### **1.4. Justificación**

Por las descargas constantes de las aguas residuales domésticas y que es un indicador inadecuado de eliminación de excretas, dada por la ausencia o el deficiente sistema de tratamiento, que están asociados a la contaminación del agua y causa numerosas enfermedades, tales como el cólera, la amebiasis, la hepatitis, la fiebre tifoidea y paratifoidea, entre otras (Chigor, et al., 2012), la presente investigación se justifica, pues se presenta como una alternativa en la adecuada gestión de la calidad del agua.

Por esta razón, es necesario llevar a cabo una investigación exhaustiva sobre la contaminación microbiológica del agua. Esta investigación puede

ayudar a identificar las fuentes de contaminación, evaluar la calidad del agua y desarrollar medidas preventivas y de control adecuadas para garantizar que el agua potable esté disponible para todos.

Además, una investigación sobre la contaminación microbiológica del agua también puede ayudar a abordar algunas de las principales preocupaciones de salud pública, como la propagación de enfermedades transmitidas por el agua y la resistencia a los antimicrobianos. Al comprender mejor los patógenos que se encuentran en el agua y cómo se propagan, se pueden desarrollar nuevas estrategias para prevenir y controlar la propagación de enfermedades.

En última instancia, una investigación científica sobre la contaminación microbiológica del agua es esencial para garantizar el acceso al agua potable y promover la salud pública en todo el mundo. Al identificar las causas subyacentes de la contaminación del agua, se pueden desarrollar políticas y medidas adecuadas para garantizar que el agua potable esté disponible para todos, y así prevenir enfermedades y salvar vidas.

La presente investigación sobre la contaminación microbiológica y un posible tratamiento del agua es fundamental para abordar uno de los principales desafíos de salud pública de nuestro tiempo. Al comprender mejor las causas y las consecuencias de la contaminación microbiológica del agua, se pueden desarrollar estrategias efectivas para prevenir y controlar la propagación de

enfermedades transmitidas por el agua, garantizar el acceso al agua potable y promover la salud pública en todo el mundo.

Para tratar de prevenir estos eventos que han provocado un marcado aumento de la morbilidad y mortalidad entre la población mundial, como la epidemia de cólera y los brotes provocados por microorganismos patógenos como *Cryptosporidium*, cuyo principal medio de transmisión es el agua, han impulsado una alerta en varios países. (Staley, Reckhow, Lukasik, & Harwood, 2012).

El conteo de bacterias son indicadores de contaminación fecal puede utilizarse para controlar la salubridad de recursos ambientales. Las bacterias se pueden utilizar para evaluar la calidad de los alimentos, los sedimentos y las aguas destinadas al consumo humano, así como a la industria, la recreación y la agricultura (Bachoon, Markand, Otero, & Ramsubaugh, 2010)

En el distrito de Los Baños del Inca, igual que en otras ciudades y zonas rurales, las aguas residuales domésticas no son tratadas de manera adecuada o simplemente no son tratadas y para agravar la situación son vertidas a los cuerpos de agua superficial (como en el río Chonta), lo que se traduce en la pérdida de la calidad microbiológica como para cumplir con lo establecido en el D.S. N° 004-2017-MINAM, categoría 3. Y con ello constituirse en un problema de salud pública que amenaza con desatar una epidemia.

## CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

### 2. Fundamentos teóricos de la investigación

#### 2.1. Antecedentes teóricos

Pao & Davis (1999), en su investigación sobre métodos de desinfección superficial de frutas determinaron que compuestos alcalinos tales como el bicarbonato de sodio redujeron la carga superficial de *E. coli* en naranjas.

Montesinos, Palou, Pastor, & Del Río (2006) producto de su investigación sobre evaluación preliminar de aditivos alimentarios para el control de las podredumbres verde y azul en postcosecha de naranja, lograron determinar que la combinación de agentes antagónicos con sustancias exógenas inocuas, como el quitosano, aminoácidos, antibióticos, sales de calcio o bicarbonato ha incrementado el nivel de protección contra *P. digitatum* y *P. italicum* en naranjas.

Smilanick, Margosan, Mlikota, Usall, & Michael (1999), en su estudio sobre el Control del moho verde de los cítricos por carbonato y sales de bicarbonato y la influencia de los comerciales prácticas poscosecha sobre su eficacia, demostraron que la combinación de agentes antagónicos con bicarbonato de sodio (BCS) realiza el efecto inhibitor sobre *P. digitatum* y *P. italicum* en limón.

Vaca & Fernández (2022). En su investigación para evaluar la aplicación de bicarbonato de sodio como tratamiento antifúngico para el control de antracnosis en papaya (*Carica papaya* L.) en el periodo poscosecha. En las frutas en estudio se inoculó el microorganismo por herida y se aplicó los tratamientos: bicarbonato de sodio a diferentes concentraciones (1, 2 y 3%), tratamiento

fungicida (procloraz) y frutas control (sin ningún tratamiento) y se almacenaron durante 35 días, 28 días a  $13 \pm 1$  °C y  $90 \pm 5$  % de HR y 7 días a temperatura ambiente ( $20 \pm 2$  °C). Para evaluar el efecto antifúngico de los tratamientos se realizó mediciones diarias de la severidad de la podredumbre y en cada salida se evaluó los parámetros físico – químicos de las frutas en estudio. Además, con panelistas semi-entrenados se evaluó la calidad sensorial. El tratamiento alternativo que mayor efecto antifúngico tuvo en el control de antracnosis fue la aplicación de bicarbonato de sodio al 2%, ya que disminuyó el crecimiento de *Colletotrichum* sp., así como también no afectó a la calidad fisicoquímica de la fruta y presentó una mejor apariencia visual comparado con los frutos control.

Gamagae, Sivakumar, & Wijesundera (2004), en su estudio evaluó la eficacia para controlar antracnosis provocada por *Colletotrichum* sp. en papaya mediante un control biológico de *Candida Olephila* y la aplicación de un recubrimiento de cera elaborado a base de bicarbonato de sodio. El recubrimiento a base bicarbonato de sodio al 2 % proporcionó una eficacia del 90% para la supervivencia de *C. olephila* durante 7 y 14 días en condiciones de almacenamiento controladas ( $13,5^{\circ}\text{C}$  y 95% HR). Este tratamiento permitió evidenciar una reducción significativa de la severidad e incidencia de antracnosis. Por lo tanto, la aplicación de un recubrimiento a base de cera con bicarbonato de sodio representó una posible alternativa comercial para disminuir el uso de fungicidas químicos generalmente utilizados en el periodo poscosecha para el control de antracnosis de la papaya.

Cocco, et al., (2008), En su investigación evaluaron el control del moho verde, causado por *Penicillium digitatum*, en naranjas (*Citrus sinensis*

*var. Salustiana*) inoculadas, mediante la aplicación de tratamientos de agua caliente, bicarbonato de sodio, curado y/o su combinación, con un almacenamiento posterior de 7 días a 20°C, en dos experiencias con y sin encerado de los frutos. Además, se evaluó el efecto de dichos tratamientos en la calidad interna (contenido de jugo, índice de madurez y sustancias volátiles) y externa (pérdida de peso, color y alteraciones fisiológicas) de los frutos. El agua caliente no fue efectiva para el control de podredumbres, mientras que tanto el bicarbonato de sodio como el curado, y su combinación controlaron significativamente el moho verde. Se observaron mayores pérdidas de peso en los frutos tratados con curado y su combinación con bicarbonato de sodio. Además, los tratamientos térmicos provocaron un leve aumento del contenido de volátiles y del índice de madurez. Sin embargo, no se observaron efectos negativos en la calidad comercial de los frutos. Por lo tanto, la eficacia del curado combinado con el bicarbonato de sodio ha mostrado ser una alternativa para el control de moho verde en naranjas, sin deteriorar la calidad de los frutos.

## **2.2. Bases Teóricas**

### **2.2.1. Calidad del agua**

La calidad biológica del agua es una forma de evaluar la riqueza ecológica y el valor ambiental de las comunidades humanas que se encuentran conectadas a un determinado río o curso fluvial (Martínez, Fonseca, Ortega, & García-Luján, 2009).

Para la supervivencia, todos los seres vivos requieren agua de la calidad adecuada, varios contaminantes presentes naturalmente en el agua, incluidos virus, bacterias y otros tipos de vida, especies minerales en disolución y productos orgánicos e inorgánicos disueltos (Martínez, Fonseca, Ortega, & García-Luján, 2009).

La concentración de estos contaminantes naturales puede aumentar o incluso ser reemplazada por otros materiales producidos por tecnología industrial o agrícola. Al someterse a tratamientos de potabilización se logra asegurar y preservar la calidad del agua a lo largo de la cadena de suministro y entrega al consumidor (Martínez, Fonseca, Ortega, & García-Luján, 2009).

El contenido de desechos fecales presenta un alto riesgo de contaminación microbiológica. Uno de los problemas de salud más graves en los países de América Latina y el Caribe es la descarga descontrolada de aguas residuales domiciliarias que no reciben tratamiento, contaminando los recursos hídricos superficiales, subterráneos y costeros (Chigor, y otros, Water quality assessment, 2012).

Los sistemas inadecuados de tratamiento de aguas residuales conducen a la eliminación inadecuada de excrementos, lo que contamina los suministros de agua y contribuye a la propagación de una variedad de enfermedades, como el cólera, la amebiasis, la hepatitis, la

tifoidea y la paratifoidea, entre otras (Chigor, Umoh, Okuofu, Ameh, & Okoh, 2012).

#### **2.2.1.1. Aguas residuales**

Según la OMS (2019), se estima que el 80% de las enfermedades en todo el mundo están relacionadas con la falta de acceso a agua potable y saneamiento adecuado. Las aguas residuales domésticas son una de las principales causas de esta falta de acceso, ya que se liberan en ríos, lagos y otros cuerpos de agua sin ser tratadas adecuadamente. Esto puede conducir a la propagación de enfermedades transmitidas por el agua, como la diarrea, el cólera y la fiebre tifoidea, que afectan principalmente a los niños y a las comunidades más pobres (OMS, 2019).

Para reducir la contaminación microbiológica causada por las aguas residuales domésticas, es necesario implementar sistemas de tratamiento de aguas residuales adecuados (OMS, 2019). El tratamiento de aguas residuales puede incluir una variedad de procesos, como la separación de sólidos y líquidos, la eliminación de nutrientes y la desinfección. Estos procesos pueden reducir significativamente la cantidad de microorganismos patógenos en las aguas residuales, lo que a su vez reduce el riesgo de propagación de enfermedades (OMS, 2019).

Además del tratamiento de aguas residuales, también es importante fomentar prácticas de higiene adecuadas para reducir el riesgo de contaminación microbiológica. Estas prácticas pueden incluir el lavado de manos con agua y jabón, el uso de letrinas y sistemas adecuados de eliminación de excrementos, y la educación sobre prácticas de higiene seguras (OMS, 2019).

En Perú, solamente se ha ejecutado el 30% de la inversión pública en tratamiento de agua, de acuerdo al Plan Nacional de Saneamiento Urbano y Rural 2006-2015. La contaminación del agua ocurre a niveles primario, secundario y terciario de las fuentes de agua. Las sustancias que contaminan el agua son orgánicas e inorgánicas. En todos los casos, la contaminación del agua pone a la Salud Pública en peligro (OMS, 2019). Una preocupación es la contaminación del agua, que proviene de la presencia de altos niveles de arsénico inorgánico, plomo y cadmio por las consecuencias negativas tales como cáncer, diabetes mellitus, y enfermedades cardiovasculares (Lirios, González, & Morales, 2015)

### **2.2.2. Tratamiento de las aguas residuales**

Procesos fisicoquímicos y biológicos destinados a devolver las propiedades iniciales de las aguas antes de su uso, según Reynolds (2002) citado por (Larios, González, & Morales, 2015, pág. 13) refiere que los pasos básicos para el tratamiento de aguas residuales son:

- Pre tratamiento - remoción física de objetos grandes.

- Deposición primaria - sedimentación por gravedad de las partículas sólidas y contaminantes adheridos.
- Tratamiento secundario - digestión biológica usando lodos activados o filtros de goteo que fomentan el crecimiento de microorganismos.
- Tratamiento terciario - tratamiento químico (por ejemplo, precipitación, desinfección). También puede utilizarse para realzar los pasos del tratamiento primario.

### 2.2.3. Coliformes termotolerantes

Los coliformes termotolerantes (CTE), denominados así porque soportan temperaturas hasta de 45 °C, comprenden un número muy reducido de microorganismos, los cuales son indicadores de calidad por su origen. En su mayoría están representados por *E. coli*, pero se pueden encontrar de forma menos frecuente las especies *Citrobacter freundii* y *Klebsiella pneumoniae*. Estas últimas forman parte de los coliformes termotolerantes, pero su origen normalmente es ambiental (fuentes de agua, vegetación y suelos), y solo ocasionalmente forman parte de la microbiota normal (Santiago-Rodriguez, et al., 2012)

Por esto algunos autores plantean que el término de coliformes fecales, comúnmente utilizado, debe ser sustituido por coliformes termotolerantes. Los coliformes termotolerantes integran el grupo de los coliformes totales, pero se diferencian de estos últimos, en que son indol positivo, su intervalo de temperatura óptima de crecimiento es muy amplio (hasta 45 °C) y son mejores indicadores de higiene en

alimentos y agua. La presencia de estos microorganismos indica la existencia de contaminación fecal de origen humano o animal, ya que las heces contienen coliformes termotolerantes que están presentes en la microbiota intestinal, siendo *E. coli* la más representativa, con un 90-100 %.

*Escherichia coli* es miembro de la familia Enterobacteriaceae. Es una bacteria Gram negativa, anaerobia facultativa que forma parte de la microbiota normal del intestino del ser humano y los animales homeotermos, siendo la más abundante de las bacterias anaerobias facultativas intestinales. Se excreta diariamente con las heces (entre  $10^8$ - $10^9$  Unidades Formadoras de Colonias (UFC)/g de heces), y por sus características, es uno de los indicadores de contaminación fecal más utilizados últimamente (Larrea, et al., 2009).

Carrillo & Lozano (2008), señalan que es la única especie dentro de las enterobacterias que posee la enzima  $\beta$ -D-glucuronidasa (GUD), que degrada el sustrato 4-metilumbeliferil- $\beta$ -D-glucurónico (MUG), formando 4-metilumbeliferona. Por otra parte, refieren que son bacilos capaces de producir indol a partir de triptófano, en  $21 \pm 3$ h a  $44 \pm 0.5$  °C. Poseen la enzima  $\beta$ -D-galactosidasa (GAL), que reacciona positivamente en el ensayo del rojo de metilo y pueden descarboxilar el ácido L-glutámico, pero no son capaces de utilizar citrato como única fuente de carbono o de crecer en un caldo con cianuro de potasio.

#### 2.2.4. Decreto supremo 004-2017-MINAM

Establece los niveles de concentración de elementos, sustancias, parámetros físicos, químicos y biológicos presentes en el agua, los cuales no causan peligro significativo para la salud humana y el medio ambiente (MINAM, 2014)

#### 2.2.5. Estándares de calidad ambiental (ECAS)

Los ECAS son el nivel de concentración de elementos o sustancias físicas, químicas y biológicas, presentes en el aire, agua o suelo, los cuales no representan riesgo significativo para la salud de las personas ni para el medio ambiente (MINAM, 2014)

### 2.3. Definición de términos básicos

- **Agua servida o residual:** Desecho líquido proveniente de las descargas por el uso de agua en actividades domésticas o de otra índole. (OEFA, 2014, pág. 25)
  
- **Aguas servidas tratadas o aguas residuales tratadas:** Aguas servidas o residuales procesadas en sistemas de tratamiento para satisfacer los requisitos de calidad señalados por la autoridad sanitaria, en relación con la clase de cuerpo receptor al que serán descargadas o a sus posibilidades de uso. (OEFA, 2014, p. 25)
  
- **Bicarbonato de sodio.** El bicarbonato de sodio es un compuesto sólido cristalino de color blanco soluble en agua, con un ligero sabor alcalino parecido al del carbonato de sodio, de fórmula  $\text{NaHCO}_3$ . Se puede

encontrar como mineral en la naturaleza o se puede producir artificialmente.

## 2.4. HIPÓTESIS

Hi: El bicarbonato de sodio reduce la NMP/100mL de coliformes termotolerantes en el agua del río Chonta en los Baños del Inca, Cajamarca 2022.

Ho: El bicarbonato de sodio no reduce NMP/100mL de coliformes termotolerantes en el agua del río Chonta en los Baños del Inca, Cajamarca 2022.

## 2.5. Operacionalización de Variables

*Tabla 1*

*Operacionalización de Variables*

<b>VARIABLE</b>	<b>INICIÓN</b>	<b>INDICADORES</b>
<b>Dependiente</b>		
Población de coliformes termotolerantes	Coliformes termotolerantes son indol positivo, su intervalo de temperatura óptima de crecimiento es muy amplio (hasta 45 °C).	NMP/100mL
<b>Independiente</b>		
Solución de bicarbonato de sodio	Bicarbonato de sodio disuelto en agua	Concentración de bicarbonato de sodio (ppm)

Fuente: Elaboración propia

## **CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

### **3. Estrategias metodológicas**

#### **3.1. Unidad de análisis, universo y muestra**

##### **3.1.1. Unidad de Análisis**

El efecto del bicarbonato de sodio sobre la población de coliformes termotolerantes del agua del río Chonta en los Baños del Inca, Cajamarca 2022.

##### **3.1.2. Universo**

Efecto del bicarbonato de sodio sobre la población de coliformes termotolerantes.

### 3.1.3. Muestra

Volumen necesario de agua del río Chonta, para evaluar el efecto del bicarbonato de sodio sobre la población de coliformes termotolerantes en los Baños del Inca, Cajamarca 2022.

## 3.2. Métodos de investigación

Según la metodología, la presente investigación es cuasiexperimental, con diseño transversal, pues no se tendrá el control de todas las variables, solamente premeditadamente sobre de la variable independiente y el estudio se realizará con la muestra obtenida en un momento determinado.

El esquema propuesto es el siguiente:

$$X \rightarrow Y \rightarrow Z$$

Donde:

X = Población de coliformes termotolerantes en agua, antes del tratamiento.

Y = Tratamiento (Solución de bicarbonato de sodio).

Z = Población de coliformes termotolerantes en agua tratada.

## 3.3. Técnicas de investigación

- Reconocimiento del lugar de muestreo.
- Medición de parámetros de campo.
- Toma de muestras y rotulado.

- Almacenamiento, conservación y transporte de muestras.
- Comparación entre los resultados de cada ensayo, con los ECA – Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, categoría 1.

Lo que podemos describir de la siguiente manera:

- Punto monitoreado se realizó en Río Chonta en los Baños de Inca Cajamarca.
- Para la toma de muestras se utilizó frascos estériles, los cuales son materiales especiales para la toma de muestras microbiológicas.
- Se codificó las muestras con el nombre de Muestra Cruda, Muestra 1 Molar, Muestra 2 Molar, Muestra 5 Molar, después se llevó al laboratorio para su respectivo análisis de coliformes termotolerantes. El resto de muestras se mantuvo en una conservadora que tiene un rango de temperatura de 4 a 8 °C.
- Se utilizó bicarbonato de sodio ( $\text{NaHCO}_3$ ), fiolas, vasos, probetas, pizetas, agitador magnético agua purificada, balanza analítica y muestra.
- Se realizaron los pesos con bicarbonato de sodio, de las diferentes concentraciones de 1 molar, 2 molar y 5 molar.
- Se procedió a realizar la disolución de bicarbonato de sodio con agua purificada, para las tres diferentes concentraciones del soluto.
- Se procedió homogenizar con ayuda del agitador magnético, las diferentes concentraciones.
- La probeta sirvió para poder realizar la toma exacta de 900 mL de agua cruda y 100 mL de bicarbonato de sodio según la molaridad, se verificó el

menisco en la fiola, se agito durante 30 minutos para 1 molar, una hora para 3 molar y dos horas para 5molar.

- Se agitó el bicarbonato de sodio y la muestra con tiempos de 30 minutos el para 1 molar, una hora para 2 molar y dos horas para 5molar.
- Materiales para la toma muestra, con su precinto de seguridad y calidad.
- Se procedió a codificar las muestras para su respectivo análisis.
- Se trasvaso las muestras agitadas al frasco estéril para su análisis en laboratorio.
- Se llevó las muestras analizar antes de las 24 horas requeridas según el método SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A,B,C,E. 23rd Ed. 2017: Multiple - Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure.

### **3.4. Instrumentos**

- Frascos de muestreo
- Libreta
- Etiquetas para la identificación de frascos
- Plumón indeleble
- GPS
- Equipos multiparámetro
- Cadena de custodia
- Cooler
- Cámara fotográfica
- Guantes

### **3.5. Técnicas de análisis de datos**

En el estudio de datos se utilizará un enfoque cuantitativo para poder realizar el análisis de datos, y a su vez se usarán los datos brindados por los ECAs establecidos en el D.S N° 004-2017-MINAM, ECAS-categoría 3, para poder realizar una comparación de resultados.

Por otro lado, el análisis estadístico para la contrastación de la hipótesis en la presente investigación se realizó mediante la prueba ANOVA, pues cumplen el supuesto de distribución normal (normalidad).

## CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4. Presentación de los resultados

Para el desarrollo de la presente investigación Se utilizó bicarbonato de sodio ( $\text{NaHCO}_3$ ), fiolas, vasos, probetas, pizetas, agitador magnético agua purificada, balanza analítica y muestra, agitando el bicarbonato de sodio y la muestra con tiempos de 30 minutos el para 1 molar, una hora para 2 molar y dos horas para 5molar, para luego trasvasar las muestras agitadas al frasco estéril para su análisis en laboratorio para determinar el efecto del bicarbonato de sodio sobre el NMP/100mL.

Posteriormente, con los datos obtenidos se realizó la comparación con lo establecido en el D.S. N° 004-2017-MINAM categoría 3, es decir, para bebida de animales y riego de vegetales.

La contrastación de hipótesis se realizó mediante la prueba T Student para muestras relacionadas (pareadas), pues cumplen el supuesto de distribución normal (normalidad).

#### 4.1. Parámetro: NML/100mL de coliformes termotolerantes.

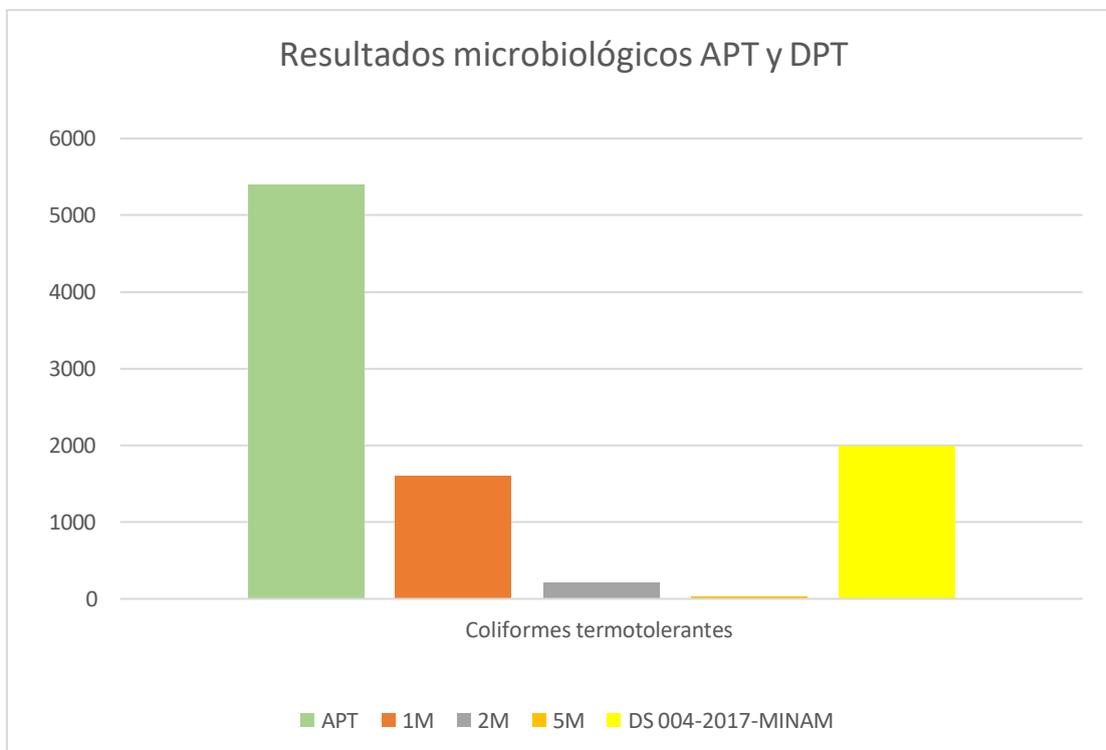
Los valores y resultados del NMP/100 mL de coliformes termotolerantes, tanto antes y después del tratamiento con la solución de bicarbonato de sodio, son los siguientes:

**Tabla****2***Resultados microbiológicos*

Nota: Los Resultados <1.0, <1.8 <1.1 y <1: significa que el resultado es equivalente a cero, no se aprecian estructuras biológicas en la muestra. VE; valor estimado.

ENSAYOS			MICROBIOLÓGICOS			
Código de muestra			Cruda	1 Molar	2 Molar	5 Molar
Código de laboratorio			04230187-01	04230187-012	04230187-03	04230187-04
Matriz			Natural	Natural	Natural	Natural
Descripción			Superficial de río	Superficial de río	Superficial de río	Superficial de río
Localización de la muestra			LBI	LBI	LBI	LBI
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados microbiológicos			
Coliformes termotolerantes	NMP/100mL	1.8	5400	1600	220	34

En la tabla 2, se muestra la información a las muestras, ensayos realizados y resultados de laboratorio obtenidos antes y después del tratamiento con la solución de bicarbonato de sodio, donde se evidencian los efectos del bicarbonato de sodio sobre el NMP/100mL de *Coliformes termotolerantes* del agua del río Chonta en Los Baños del Inca, Cajamarca 2022. Además, podemos indicar que al comparar con lo establecido en el D. S. 004-2017-MINAM – categoría 3, D1 (riego de vegetales) = 2000 NMP/100mL y D2 (bebida de animales) = 1000 NMP/100mL; donde con una concentración de 1M logra cumplir la norma antes mencionada solamente para la categoría 3 D1, y con las concentraciones de 2M y 5M cumpliría con lo establecido en la norma antes mencionada y categoría indicada.

**Figura****2***Resultados microbiológicos APT y DPT*

Con el propósito de presentar la información contenida en la Tabla 2, en la presenta figura se muestra con mayor claridad, donde se evidencia el efecto del bicarbonato de sodio sobre el NMP/100mL de *Coliformes termotolerantes* del agua del rio Chonta en Los Baños del Inca, Cajamarca 2022.

También se puede evidenciar que solamente con concentraciones 2M y 5M, se cumple con lo establecido en el D. S. 004-2017-MINAM – categoría 3, D1 (riego de vegetales) = 2000 NMP/100mL y D2 (bebida de animales) = 1000 NMP/100mL.

**Análisis estadístico:****Tabla****3***Procesamiento de casos*

	<b>Resumen de procesamiento de casos</b>					
	Casos		Perdidos		Total	
	Válido		N	Porcentaje	N	Porcentaje
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
APT	3	50,0%	3	50,0%	6	100,0%
DPT	3	50,0%	3	50,0%	6	100,0%

En la tabla 3 nos indica que los casos válidos son el 50% en el análisis del NMP/100mL de *Coliformes termotolerantes* en el agua del río Chonta en Los Baños del Inca, Cajamarca 2022, indicando el 50% de datos fueron desestimados por permanecer constantes, esto es referido al NMP/100mL de *Coliformes termotolerantes* antes del proceso de tratamiento con bicarbonato de sodio en las diferentes concentraciones (1M, 2M y 5M).

**Tabla****4***Descriptivos estadísticos*

Descriptivos <sup>a</sup>		Estadístico	Error típ.
	Media	951,3333	826,08017
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior Límite superior	-2603,0028 4505,6694
	Media recortada al 5%	.	
	Mediana	220,0000	
	Varianza	2047225,333	
DPT	Desv. típ.	1430,81282	
	Mínimo	34,00	
	Máximo	2600,00	
	Rango	2566,00	
	Amplitud intercuartil	.	
	Asimetría	1,699	1,225
	Curtosis	.	.

a. APT es una constante y se ha desestimado.

En la tabla 4 se presenta los resultados del análisis estadístico descriptivo, sobre los NMP/100mL de *Coliformes termotolerantes* en el agua del río Chonta en Los Baños del Inca, 2022; después del proceso de tratamiento con solución de bicarbonato de sodio en diferentes concentraciones. Es pertinente mencionar que los valores descriptivos de APT (antes del proceso de tratamiento), no se muestran por ser una constante y se desestimó.

Se presentan valores como media, mediana, varianza, desviación típica, etc.

**Tabla****5***Pruebas de normalidad*

<b>Pruebas de normalidad</b>						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
DPT	,362	3	,000	,804	3	,124

\* APT es una constante y se ha desestimado.

a. Corrección de significación de Lilliefors

La tabla 5 presenta las pruebas de normalidad (Kolmogorov – Smirnov y Shapiro – Wilk), es decir, el grado de significancia (Sig) = 0.124, donde, el valor de acuerdo a Shapiro – Wilk es mayor que 0,05 ( $0.124 > 0,05$ ); lo que indica que siguen una distribución normal (datos paramétricos), por lo tanto, se tiene que usar pruebas paramétricas para el correspondiente análisis estadístico de contrastación de hipótesis, se desestima el (Sig.) de Kolmogorov – Smirnov por considerarse solamente a números de muestras mayores a 50.

**Contrastación de hipótesis:**

De acuerdo al propósito de la presente investigación, a los resultados obtenidos mediante la prueba de normalidad, el número de muestras y de acuerdo a la naturaleza experimental de la investigación el contraste de hipótesis se realizó mediante el análisis de varianza (ANOVA), que consiste en un test estadístico para el estudio del efecto de uno o más factores sobre la media de una variable.

## Análisis de varianza

$H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_k$

$H_1 : \text{No todas las } \mu_i \text{ son iguales.}$

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F
Entre las muestras	$SC_{Trat} = \sum_{i=1}^k n_i (\bar{x}_i - \bar{x}_{..})^2$	$k - 1$	$CM_{Trat} = \frac{SC_{Trat}}{k - 1}$	$F = \frac{CM_{Trat}}{CM_{Error}}$
Dentro de las muestras	$SC_{Error} = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} (x_{ij} - \bar{x}_i)^2$	$N - k$	$CM_{Error} = \frac{SC_{Error}}{N - k}$	
Total	$SC_{Total} = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} (x_{ij} - \bar{x}_{..})^2$	$N - 1$		

$$SC_{Trat} = \sum_{i=1}^k \frac{1}{n_i} x_i^2 - \frac{x_{..}^2}{N}$$

$$SC_{Error} = SC_T - SC_{Trat}$$

$$SC_T = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} x_{ij}^2 - \frac{x_{..}^2}{N}$$

**Donde:**

Suma( $x_i$ ) = Suma para cada grupo.

Media = Promedios de grupo.

Suma total (x) = Suma total de las pruebas.

$n_i$  = Elementos de cada grupo.

$N$  = Total de elementos de todos los grupos.

$K$  = Número de muestras.

$SC_{Trat}$  = Suma de cuadrados del tratamiento.

$SC_{Total}$  = Suma de cuadrados del total.

$SC_{Error}$  = Suma de cuadrados del error.

**Tabla**

6

*Resultados de los ensayos y réplicas*

Número de prueba y réplica	Muestra cruda	1 M	2 M	5 M
1	5400	1600	220	34
2	5400	1592	222	33
3	5480	1630	230	36
4	5395	1610	215	35

Suma( $x_i$ )=	21675	6432	887	138
Media=	5418.8	1608.0	221.8	34.5
Suma total( $x_{..}$ )=	29132			
$n_i$ =	4	4	4	4
N=	16		k=	4
$SC_{Trat}$ =	74953426.5			
$SC_{Total}$ =	74959375.0			
$SC_{Error}$ =	5948.5			

**Tabla**

7

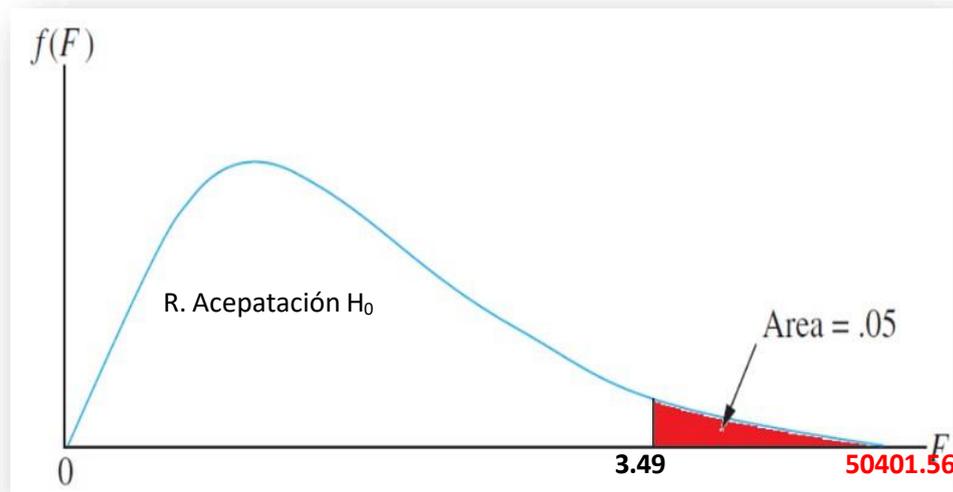
*Tabla ANOVA*

Fuente de variación	Suma cuadrados	de Grados libertad	de Cuadrado medio	$F_0$
Entre las muestras	74953426.5	3	24984475.5	50401.5644

Dentro de las muestras	5948.5	12	495.708333
Total	74959375.0	15	

(Valor crítico)  $F_{\alpha,k-1,N-k} = 3.490294819$

**p-valor** = 7.32369E - 25



Por teoría, se rechazará la  $H_0$  y concluir que existe diferencias en las medias de los tratamientos.

Sí, el  $F$  calculado ( $F_0$ ), se ubica a la derecha del valor crítico, es decir:

$$F_0 > F_{\alpha,k-1,N-k}$$

Entonces:  $50401.56 > 3.49$

**Interpretación:** De acuerdo a  $F_0 > F_{\alpha,k-1,N-k}$  ( $50401.56 > 3.49$ ); con estos datos debemos rechazar la  $H_0$ , además, se observa que el  $F_0$  se encuentra en la zona de rechazo de la  $H_0$ ; es decir, que debemos rechazar la premisa: *El bicarbonato de sodio NO reduce la NMP/100mL de coliformes termotolerantes en el agua del río Chonta en los Baños del*

*Inca, Cajamarca 2022. Sin embargo, se debe considerar aceptar la H<sub>1</sub>, es decir, el bicarbonato de sodio reduce la NMP/100mL de coliformes termotolerantes en el agua del río Chonta en los Baños del Inca, Cajamarca 2022.*

### Método de Tukey

$$T_{\alpha} = q_{\alpha} (k, N - k) \sqrt{CM_E / n_i}$$

k=	4
N-k=	12
CM <sub>E</sub> =	495.7
n <sub>i</sub> =	4
q <sub>α</sub> (k,N-k)=	4.2

T <sub>α</sub> =	<b>46.76</b>
------------------	--------------

### Tabla

8

#### *Diferencias muestrales*

Diferencia poblacional	Diferencia muestral	Desición
μ <sub>A</sub> - μ <sub>B</sub>	3810.75	SIGNIFICATIVA
μ <sub>A</sub> - μ <sub>C</sub>	5197.00	SIGNIFICATIVA
μ <sub>A</sub> - μ <sub>D</sub>	5384.25	SIGNIFICATIVA
μ <sub>B</sub> - μ <sub>C</sub>	1386.25	SIGNIFICATIVA
μ <sub>B</sub> - μ <sub>D</sub>	1573.50	SIGNIFICATIVA
μ <sub>C</sub> - μ <sub>D</sub>	187.25	SIGNIFICATIVA

En la tabla 8 se muestra que, existe diferencias significativas entre los diferentes tratamientos a diferentes concentraciones de bicarbonato de sodio y su efecto sobre los NMP/100mL de *Coliformes termotolerantes*; esto se evidencia cuando la diferencia muestral es mayor calor de Tukey calculado.

## 4.2. Discusión

Los resultados obtenidos en la presente investigación se condicen con Pao & Davis (1999), en su investigación sobre métodos de desinfección superficial de frutas determinaron que compuestos alcalinos tales como el bicarbonato de sodio redujeron la carga superficial de *E. coli* en naranjas, en nuestro caso el bicarbonato de sodio redujo el NMP/100mL de *Coliformes termotolerantes* en agua.

El control de microorganismos en agua o en frutas se logra mediante el uso de bicarbonato de sodio tal como lo indica Montesinos, Palou, Pastor, & Del Río (2006) producto de su investigación sobre evaluación preliminar de aditivos alimentarios para el control de las podredumbres verde y azul en postcosecha de naranja, lograron determinar que la combinación de agentes antagónicos con sustancias exógenas inocuas, como el quitosano, aminoácidos, antibióticos, sales de calcio o bicarbonato de sodio ha incrementado el nivel de protección contra *P. digitatum* y *P. italicum* en naranjas; así como también, Smilanick, Margosan, Mlikota, Usall, & Michael (1999), en su estudio sobre el Control del moho verde de los cítricos por carbonato y sales de bicarbonato y la influencia de los comerciales prácticas poscosecha sobre su eficacia, demostraron que la combinación de agentes antagónicos con bicarbonato de sodio (BCS) realza el efecto inhibitor sobre *P. digitatum* y *P. italicum* en limón.

La efectividad del bicarbonato de sodio en control microbiano y fúngico es muy conocido, de manera que nuestra investigación reafirma investigaciones y hallazgos como de Vaca & Fernández (2022). En su investigación para evaluar la aplicación de bicarbonato de sodio como tratamiento antifúngico para el control de antracnosis en papaya (*Carica papaya* L.) en el periodo poscosecha. En las frutas en estudio se inoculó

el microorganismo por herida y se aplicó los tratamientos: bicarbonato de sodio a diferentes concentraciones (1, 2 y 3%), tratamiento fungicida (procloraz) y frutas control (sin ningún tratamiento) y se almacenaron durante 35 días, 28 días a  $13 \pm 1$  °C y  $90 \pm 5$  % de HR y 7 días a temperatura ambiente ( $20 \pm 2$  °C). Para evaluar el efecto antifúngico de los tratamientos se realizó mediciones diarias de la severidad de la podredumbre y en cada salida se evaluó los parámetros físico – químicos de las frutas en estudio. Además, con panelistas semi-entrenados se evaluó la calidad sensorial. El tratamiento alternativo que mayor efecto antifúngico tuvo en el control de antracnosis fue la aplicación de bicarbonato de sodio al 2%, ya que disminuyó el crecimiento de *Colletotrichum* sp., así como también no afectó a la calidad fisicoquímica de la fruta y presentó una mejor apariencia visual comparado con los frutos control. Que también se condice con Gamagae, Sivakumar, & Wijesundera (2004), en su estudio evaluó la eficacia para controlar antracnosis provocada por *Colletotrichum* sp. en papaya mediante un control biológico de *Candida Olephila* y la aplicación de un recubrimiento de cera elaborado a base de bicarbonato de sodio. El recubrimiento a base bicarbonato de sodio al 2 % proporcionó una eficacia del 90% para la supervivencia de *C. olephila* durante 7 y 14 días en condiciones de almacenamiento controladas ( $13,5^{\circ}\text{C}$  y 95% HR). Este tratamiento permitió evidenciar una reducción significativa de la severidad e incidencia de antracnosis. Por lo tanto, la aplicación de un recubrimiento a base de cera con bicarbonato de sodio representó una posible alternativa comercial para disminuir el uso de fungicidas químicos generalmente utilizados en el periodo poscosecha para el control de antracnosis de la papaya.

En la investigación realizada por Cocco, et al., (2008), evaluaron el control del moho verde, causado por *Penicillium digitatum*, en naranjas (*Citrus sinensis* var. *Salustiana*) inoculadas, mediante la aplicación de tratamientos de agua caliente,

bicarbonato de sodio, curado y/o su combinación, con un almacenamiento posterior de 7 días a 20°C, en dos experiencias con y sin encerado de los frutos. Además, se evaluó el efecto de dichos tratamientos en la calidad interna (contenido de jugo, índice de madurez y sustancias volátiles) y externa (pérdida de peso, color y alteraciones fisiológicas) de los frutos.

## CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### Conclusiones:

- Se logró determinar el efecto del bicarbonato de sodio sobre la población de coliformes termotolerantes en el agua del río Chonta en los Baños del Inca, Cajamarca 2022; reduciendo significativamente la población de *Coliformes termotolerantes*.
- Se logró detectar el 5400 NMP/100mL de *Coliformes termotolerantes* en el agua del río Chonta en Los Baños del Inca, Cajamarca 2022, antes del tratamiento con bicarbonato de sodio.
- Se logró detectar el 1600, 220 y 34 NMP/100mL de *Coliformes termotolerantes* en el agua del río Chonta en Los Baños del Inca, Cajamarca 2022, después del tratamiento con bicarbonato de sodio con concentraciones 1M, 2M y 5M respectivamente; y de acuerdo con el análisis estadístico realizado, mediante el ANOVA, se determinó que  $F_0 > F_{\alpha, k-1, N-k}$  entonces ( $50401.56 > 3.49$ ); con lo que debemos rechazar la  $H_0$ .
- Al comparar con lo establecido en el D. S. 004-2017-MINAM – categoría 3, D1 (riego de vegetales) = 2000 NMP/100mL y D2 (bebida de animales) = 1000 NMP/100mL; donde con una concentración de 1M logra cumplir la norma antes mencionada solamente para la categoría 3 D1, y con las concentraciones de 2M y 5M cumpliría con lo establecido en la norma antes mencionada y categoría indicada.

### Recomendaciones:

- Realizar investigaciones similares con otros minerales.
- Realizar investigaciones con filtros para reducir los valores de otros parámetros.

## REFERENCIAS

- Bachoon, D., Markand, S., Otero, E. P., & Ramsubaugh, A. (2010). Assessment of non-point sources of fecal. *Marine Pollution Bulletin*, 60:1117–1121.
- Bellos, D., & Sawidis, T. (2005). Chemical pollution monitoring of the River Pinios (Thessalia - Greece). *J. Environ. Manage*, 76: 282–292.
- Carrillo, E., & Lozano, A. (2008). *Validación del método de detección de coliformes totales y fecales en agua potable utilizando Agar Chromocult*. Bogotá: Facultad de Ciencias. Microbiología Industrial. Pontificia Universidad Javeriana.
- Chigor, V., Umoh, V., Okuofu, C., Ameh, J. I., & Okoh, A. (2012). Water quality assessment: surface water sources used for drinking and irrigation in Zaria, Nigeria are a public health hazard. *Environ Monit Assess*, 184(5):3389-3400.
- Cocco, M., Vázquez, D., Albors, A., Cháfer, M., Meier, G., & Bello, F. (2008). Combinación de tratamientos térmicos y bicarbonato de sodio para el control de *Penicillium digitatum* en frutos cítricos. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, vol. 9, núm. 1, 2008, pp. 55-62.
- Liriosgae, S., Sivakumar, D., & Wijesundera, R. (2004). Evaluation of postharvest application of sodium bicarbonate incorporated wax formulation and *Candia oleophila* for the control of antracnose of papaya. *Crop Protection*, 23:575-579.
- Larrea, J., Rojas, M., Heydrich, M., Romeu, B., Rojas, N., & Lugo, D. (2009). Evaluación de la calidad microbiológica de las aguas del Complejo Turístico Las Terrazas, Pinar del Río (Cuba). *Hig Sanid Ambient*, 9:492-504.
- Lipp, E., Farrash, S., & Roan, J. (2001). Assessment and impact of microbial fecal pollution. *Mar Poll Bull*, 42: 286-293.
- Lirios, F., González, C., & Morales, Y. (2015). Aguas residuales y sus consecuencias. *Revista de la Facultad de Ingeniería - USIL*. Obtenido de

<https://www.usil.edu.pe/sites/default/files/revista-saber-y-hacer-v2n2.2-1-19set16-aguas-residuales.pdf>

- Martínez, A., Fonseca, K., Ortega, J., & García-Luján, C. (2009). Monitoreo de la calidad microbiológica del agua en. *Química Viva*, 8 (1):35-47.
- MINAM. (2014). *Estándares de calidad ambiental para agua*. Lima - Perú: El Peruano.
- Montesinos, H., Palou, L., Pastor, C., & Del Río, M. (2006). Evaluación preliminar de aditivos alimentarios para el control de las podredumbres verde y azul en postcosecha de naranja. *Actas VII Simposio Nacional y V Ibérico de Maduración y Post-recolección. Innovaciones fisiológicas y tecnológicas de la maduración y post-recolección de frutas y hortalizas*, 409-412.
- Montiel, M., Zambrano, J., Castrejón, O., Oliveros, C., & Botero, L. (2005). Indicadores bacterianos de contaminación fecal y colifagos en el agua de la Laguna de Sinamaica, Estado Zulia, Venezuela. *Ciencia*, 3(3):1-12.
- OEFA. (03 de junio de 2014). *Fiscalización Ambiental en Aguas Residuales*. Obtenido de [https://www.Stanl.gob.pe/?wpfb\\_dl=7827](https://www.Stanl.gob.pe/?wpfb_dl=7827)
- Pao, S., & Davis, C. (1999). Enhancing microbiological safety of fresh orange juice by fruit immersion in hot water and chemical sanitizers. *Journal Food Protection*, 62: 756-760.
- Ramaiah, N., Kenkre, V., & Verlekar, X. (2002). Marine environmental pollution stress. *Water Res*, 36:2383-2393.
- Santiago-Rodriguez, T., Tremblay, R., Toledo-Hernandez, C., Gonzalez-Nieves, J., Ryu, H., Santo Domingo, W., & Toranzos, G. (2012). Microbial quality of tropical inland waters and effects of rainfall events. *Appl and Environ Microbiol*, 8(15):5160-5169.

- Smilanick, J., Margosan, D., Mlikota, F., Usall, J., & Michael, I. (1999). Control of citrus green mold by carbonate and bicarbonate salts and the influence of commercial postharvest practices on their efficacy. *Plant Disease*, 83(2): 139-145.
- Staley, C., Reckhow, K., Lukasik, .., & Harwood, V. (2012). Assessment of sources of human pathogens and fecal. *Water Research*, 2012; 46:5799-5812.
- Vaca, C., & Fernández, M. (2022). *Evaluación del efecto antifúngico del bicarbonato de sodio para el control de antracnosis en papaya (Carica papaya L.) en el periodo poscosecha*. Latacunga - Ecuador: Universidad Técnica de Cotopaxi.