

**UNIVERSIDAD NACIONAL  
JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN**



**ESCUELA DE POSGRADO**

**TESIS**

**EVALUACIÓN MICROBIOLÓGICA DEL AGUA DE RIEGO EN  
ÉPOCAS DE ESTIAJE EN CARQUÍN CHICO, DISTRITO DE  
HUALMAY - 2018**

**PRESENTADO POR:**

**CALDERON CARRASCO, Flores Ignacio**

**PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO EN ECOLOGÍA Y  
GESTIÓN AMBIENTAL**

**ASESOR:**

**M(o) Algemiro Julio Muñoz Vilela**

**HUACHO - 2019**

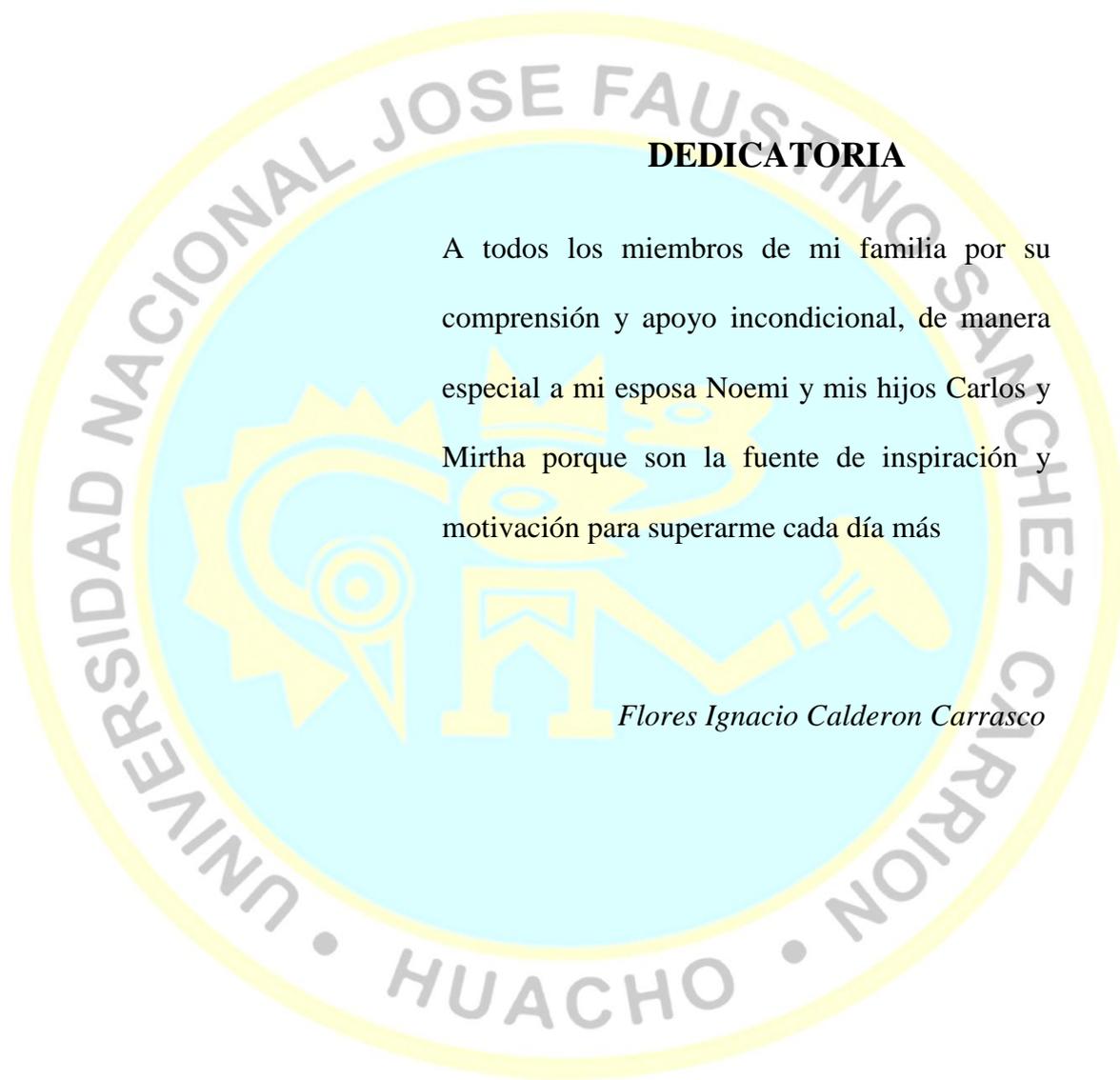
**EVALUACIÓN MICROBIOLÓGICA DEL AGUA DE RIEGO EN  
ÉPOCAS DE ESTIAJE EN CARQUÍN CHICO, DISTRITO DE  
HUALMAY - 2018**

**CALDERON CARRASCO, Flores Ignacio**

**TESIS DE MAESTRÍA**

**ASESOR: M(o) Algemiro Julio Muñoz Vilela**

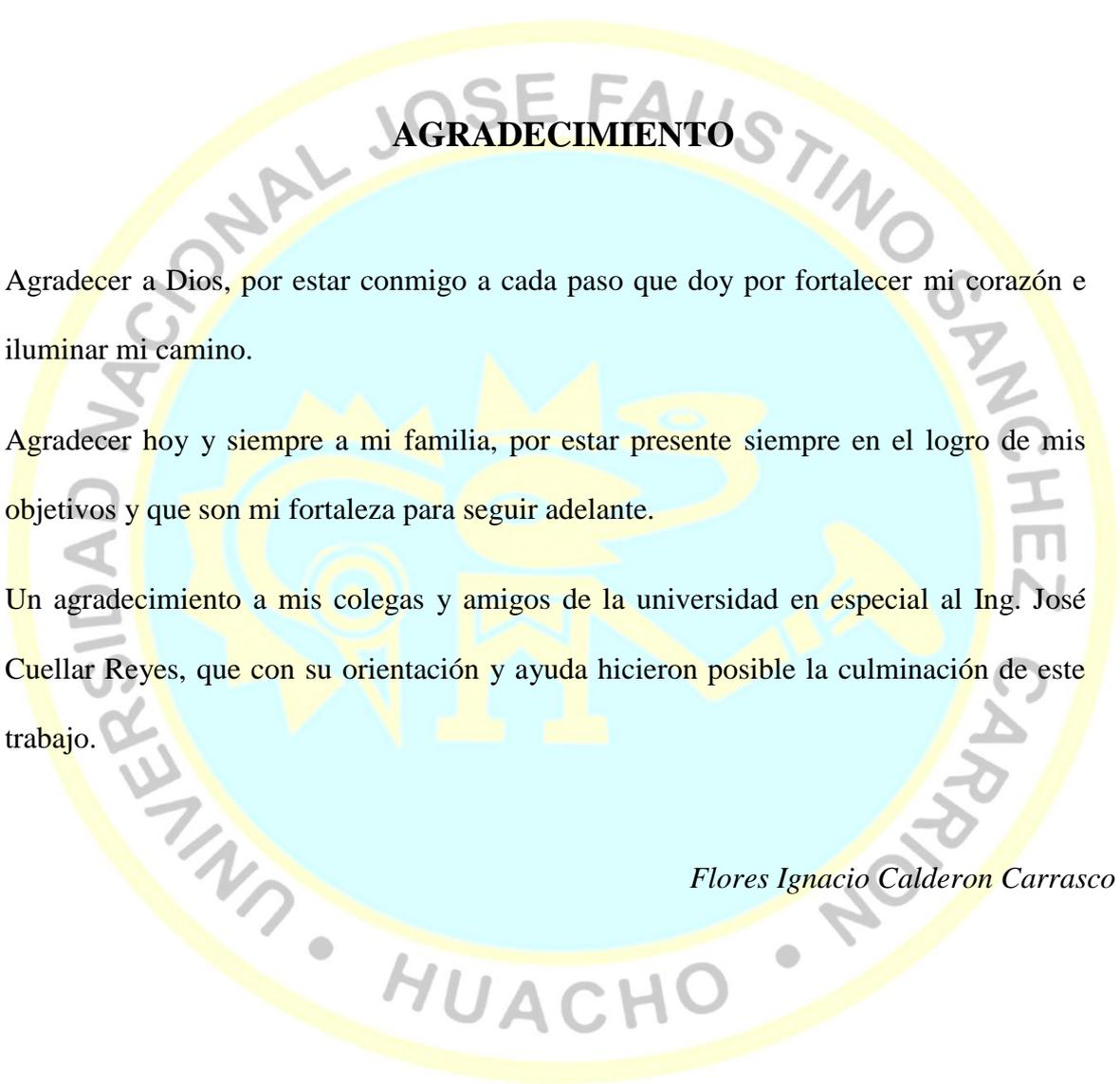
**UNIVERSIDAD NACIONAL  
JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN  
ESCUELA DE POSGRADO  
MAESTRO EN ECOLOGÍA Y GESTIÓN AMBIENTAL  
HUACHO  
2019**



## **DEDICATORIA**

A todos los miembros de mi familia por su comprensión y apoyo incondicional, de manera especial a mi esposa Noemi y mis hijos Carlos y Mirtha porque son la fuente de inspiración y motivación para superarme cada día más

*Flores Ignacio Calderon Carrasco*



## AGRADECIMIENTO

Agradecer a Dios, por estar conmigo a cada paso que doy por fortalecer mi corazón e iluminar mi camino.

Agradecer hoy y siempre a mi familia, por estar presente siempre en el logro de mis objetivos y que son mi fortaleza para seguir adelante.

Un agradecimiento a mis colegas y amigos de la universidad en especial al Ing. José Cuellar Reyes, que con su orientación y ayuda hicieron posible la culminación de este trabajo.

*Flores Ignacio Calderon Carrasco*

# ÍNDICE

|   | Pág. |
|---|------|
| DEDICATORIA                                 | iii  |
| AGRADECIMIENTO                              | iv   |
| RESUMEN                                     | xiv  |
| ABSTRACT                                    | xv   |
| CAPÍTULO I                                  | 1    |
| PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA                  | 1    |
| 1.1 Descripción de la realidad problemática | 1    |
| 1.2 Formulación del problema                | 3    |
| 1.2.1 Problema general                      | 3    |
| 1.2.2 Problemas específicos                 | 3    |
| 1.3 Objetivos de la investigación           | 3    |
| 1.3.1 Objetivo general                      | 3    |
| 1.3.2 Objetivos específicos                 | 3    |
| 1.4 Justificación de la investigación       | 4    |
| 1.4.1 Justificación Teórica                 | 4    |
| 1.4.2 Justificación práctica.               | 4    |
| 1.4.3 Justificación legal.                  | 4    |
| 1.4.4 Justificación social.                 | 5    |
| 1.5 Delimitaciones del estudio              | 5    |
| 1.5.1 Delimitación espacial.                | 5    |
|   | v    |

|               |  |    |
|---------------|--|----|
| 1.5.2         | Delimitación temporal.                         | 5  |
| 1.5.3         | Delimitación teórica.                          | 5  |
| 1.6           | Viabilidad del estudio                         | 5  |
| 1.6.1         | Viabilidad técnica                             | 5  |
| 1.6.2         | Viabilidad ambiental                           | 6  |
| 1.6.3         | Viabilidad financiera                          | 6  |
| 1.6.4         | Viabilidad social                              | 6  |
| CAPÍTULO II   |  | 7  |
| MARCO TEÓRICO |  | 7  |
| 2.1           | Antecedentes de la investigación               | 7  |
| 2.1.1         | Investigaciones internacionales                | 7  |
| 2.1.2         | Investigaciones nacionales                     | 10 |
| 2.1.3         | Otras Investigaciones                          | 11 |
| 2.2           | Bases teóricas                                 | 14 |
| 2.2.1         | Agua de riego                                  | 14 |
| 2.2.1.1       | Agua para riego no restringido                 | 15 |
| 2.2.1.2       | Agua para riego restringido                    | 16 |
| 2.2.1.3       | Época de estiaje                               | 16 |
| 2.2.2         | Contaminación microbiológica del agua de riego | 16 |
| 2.2.2.1       | Coliformes                                     | 19 |
| 2.2.2.2       | Escherichia coli (E.coli)                      | 20 |

|              |  |    |
|--------------|--|----|
| 2.2.3        | Legislación  | 22 |
| 2.2.3.1      | Constitución Política del Perú                               | 22 |
| 2.2.3.2      | Ley N° 28611 - Ley general del ambiente                      | 22 |
| 2.2.3.3      | Lay Recursos hídricos Ley N° 29338                           | 25 |
| 2.2.3.4      | Ley orgánica de municipalidades Ley N° 27972 y su reglamento | 25 |
| 2.3          | Bases filosóficas  | 25 |
| 2.4          | Definición de términos básicos                               | 26 |
| 2.5          | Hipótesis de investigación                                   | 30 |
| 2.5.1        | Hipótesis general  | 30 |
| 2.5.2        | Hipótesis específicas  | 30 |
| 2.6          | Operacionalización de las variables                          | 30 |
| CAPÍTULO III |  | 32 |
| METODOLOGÍA  |  | 32 |
| 3.1          | Diseño metodológico  | 32 |
| 3.1.1        | Tipo de investigación  | 32 |
| 3.1.2        | Nivel de investigación                                       | 32 |
| 3.1.3        | Diseño   | 33 |
| 3.1.4        | Enfoque  | 33 |
| 3.2          | Población y muestra  | 33 |
| 3.2.1        | Población  | 33 |
| 3.2.2        | Muestra  | 33 |

|                                |  |    |
|--------------------------------|--|----|
| 3.3                            | Técnicas de recolección de datos                 | 34 |
| 3.4                            | Técnicas para el procesamiento de la información | 34 |
| CAPÍTULO IV                    |  | 35 |
| RESULTADOS                     |  | 35 |
| 4.1                            | Análisis de resultados                           | 35 |
| 4.1.1                          | Identificación del punto de muestreo             | 35 |
| 4.1.2                          | Análisis coliforme termotolerantes (fecales)     | 37 |
| 4.1.3                          | Análisis de escherichia coli                     | 40 |
| 4.2                            | Contrastación de hipótesis                       | 43 |
| 4.2.1                          | Contraste de la hipótesis específica 1           | 43 |
| 4.2.2                          | Contraste de la hipótesis específica 2           | 43 |
| 4.2.3                          | Contraste de la hipótesis específica 3.          | 47 |
| CAPÍTULO V                     |  | 51 |
| DISCUSIÓN                      |  | 51 |
| 5.1                            | Discusión de resultados                          | 51 |
| CAPÍTULO VI                    |  | 55 |
| CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES |  | 55 |
| 6.1                            | Conclusiones                                     | 55 |
| 6.2                            | Recomendaciones                                  | 55 |
| REFERENCIAS                    |  | 57 |
| 7.1                            | Fuentes documentales                             | 57 |

|                            |    |
|----------------------------|----|
| 7.2 Fuentes bibliográficas | 58 |
| 7.3 Fuentes hemerográficas | 59 |
| 7.4 Fuentes electrónicas   | 61 |
| ANEXOS                     | 63 |



## ÍNDICE DE FIGURAS

|  | Pág. |
|--|------|
| Figura 1. Histograma de descargas máximas, medias y mínimas del río Huaura en la estación hidrométrica de Sayán.....                             | 18   |
| Figura 2. Microlocalización del punto de muestreo para la evaluación microbiológica en el agua de riego en épocas de estiaje Carquín Chico ..... | 36   |
| Figura 3. Resultados de coliformes fecales en el punto de monitoreo. ....  | 38   |
| Figura 4. Comparación de estándares de calidad ambiental con los resultados de coliformes fecales .....  | 39   |
| Figura 5. Resultados de escherichia coli en el punto de monitoreo. ....  | 41   |
| Figura 6. Comparación de estándares de calidad ambiental con los resultados de escherichia coli.....   | 42   |
| Figura 7. Curva de t student para análisis de coliformes fecales.....  | 46   |
| Figura 8. Curva de t student para análisis de Escherichia coli .....   | 50   |
| Figura 9. Planificación de monitoreo .....   | 77   |
| Figura 10. Frecuencia de monitoreo .....   | 78   |
| Figura 11. Parámetros mínimos recomendados para el monitoreo de la calidad de agua de los recursos hídricos superficiales.....                   | 79   |

## ÍNDICE DE TABLAS

|   | Pág. |
|---|------|
| Tabla 1. Estándares de agua de riego de vegetales y bebidas de animales.....  | 21   |
| Tabla 2. Estándares de Agua Conservación del ambiente acuático .....  | 22   |
| Tabla 3. Operacionalización de las variables .....  | 31   |
| Tabla 4. Identificación del punto de muestreo para la evaluación microbiológica en el agua de riego en épocas de estiaje Carquín Chico..... | 35   |
| Tabla 5. Resumen de análisis microbiológico de coliformes fecales en el punto de monitoreo.....   | 37   |
| Tabla 6. Resumen análisis microbiológico de escherichia coli en el punto de monitoreo.  | 40   |
| Tabla 7. Resumen de estadística descriptiva de coliformes fecales .....   | 44   |
| Tabla 8. Prueba de normalidad de los análisis de coliformes fecales.....  | 45   |
| Tabla 9. Resumen de la prueba de T para muestras relacionadas – Coliformes Fecales ....   | 45   |
| Tabla 10. Resumen de estadística descriptiva de escherichia coli .....  | 48   |
| Tabla 11. Prueba de normalidad de los análisis de escherichia coli.....   | 49   |
| Tabla 12. Resumen de la prueba de T para muestras relacionadas – escherichia coli .....   | 49   |

## ÍNDICE DE ANEXO

|  | Pág. |
|--|------|
| Anexo 1. Matriz de Consistencia.....   | 64   |
| Anexo 2. Macro localización del punto de muestreo para la evaluación microbiológica en el agua de riego en épocas de estiaje Carquín Chico .....                 | 65   |
| Anexo 3. Estándares de Agua de riego de Vegetales y bebidas de animales .....  | 66   |
| Anexo 4. Carta de información solicitada del monitoreo participativo de la calidad del agua superficial en la cuenca del río Huaura años 2015, 2016 y 2017 ..... | 67   |
| Anexo 5. Red de monitoreo de calidad de agua en la cuenca del río Huaura - ANA .....   | 68   |
| Anexo 6. Resultado del análisis al Monitoreo participativo de la calidad del agua superficial en la cuenca del río Huaura años 2015, 2016 y 2017.....            | 69   |
| Anexo 7. Coliformes termotolerantes en puntos de monitoreo RHuau3 y RHuau4 año 2015, 2016 y 2017.....  | 70   |
| Anexo 8. Escherichia coli en puntos de monitoreo RHuau3 y RHuau4 año 2015, 2016 y 2017.....  | 71   |
| Anexo 9. Análisis microbiológico del agua N° 345 .....   | 72   |
| Anexo 10. Análisis microbiológico del agua N° 375 .....  | 73   |
| Anexo 11. Informe de análisis microbiológico del agua N° 387 .....   | 74   |
| Anexo 12. Análisis microbiológico del agua N° 407 .....  | 75   |
| Anexo 13. Otros análisis realizados in situ .....  | 76   |
| Anexo 14. Protocolos de recolección de muestras monitoreo de la calidad del agua .....   | 77   |
| Anexo 15. Métodos de conservación de muestras para análisis microbiológicos.....   | 82   |

Anexo 16. Conservación y preservación de muestra de agua en función al parámetro  
evaluado ..... 83

Anexo 17. Fotos de la toma de muestras ..... 84



## RESUMEN

**Objetivo:** Realizar la evaluación microbiológica del agua de riego en épocas de estiaje en Carquín Chico, distrito de Hualmay, 2018. **Métodos:** Población: carga microbiológica del agua de riego en Carquín Chico del distrito de Hualmay; muestra: monitoreos de análisis de coliformes fecales y escherichia coli en el agua de riego en Carquín Chico del distrito de Hualmay; diseño no experimental longitudinal descriptivo. Se utilizó el método de análisis de tubos múltiples para los coliformes fecales y escherichia coli. Para el procesamiento y análisis de los datos se utilizó la T de Student para muestra única y recursos del SPSS para las tabulaciones y representaciones. **Resultados:** El punto de muestreo se encuentra ubicada en la bocatoma que distribuye el agua de riego a todo Carquín Chico, de Coordenada UTM Este 77°36'04" y Norte 11°04'40". Los análisis microbiológicos respecto a coliformes fecales dan resultados una tendencia creciente desde 2600 a 3600 NMP/100 ml, con un promedio de 3125 NMP/100 ml. El análisis microbiológico respecto a Escherichia coli dan resultados con una tendencia creciente de 50 a 210 ucf/100 ml, con un promedio de 122,5 ucf/100 ml. **Conclusiones:** El punto de muestreo se ubica apropiadamente en la bocatoma o captación del río Huaura de ingreso a Carquín Chico. Los análisis de los coliformes termotolerantes son significativos y por tanto a partir de estos datos podemos afirmar que con un nivel de confianza del 95 % ( $\alpha=5\%$ ), éstos superan significativamente el estándar de calidad ambiental de 1000 NMP/100 ml en el agua de riego en épocas de estiaje en Carquín Chico. Los análisis de escherichia coli son significativos y por tanto a partir de estos datos podemos afirmar que con un nivel de confianza del 95 % ( $\alpha=5\%$ ), éstos no superan (presencia) el estándar de calidad ambiental de 1000 ucf/100 ml en el agua de riego en épocas de estiaje en Carquín Chico.

**Palabras clave:** Evaluación microbiológica, agua de riego, estiaje, Carquín Chico

## ABSTRACT

**Objective:** Carry out the microbiological evaluation of irrigation water in dry season in Carquín Chico, district of Hualmay, 2018. **Methods:** Population: microbiological load of irrigation water in Carquín Chico of Hualmay district; sample: fecal coliform and escherichia coli analysis monitoring in irrigation water at Carquín Chico in Hualmay district; descriptive longitudinal non-experimental design. The multiple tube analysis method was used for fecal coliforms and Escherichia coli. For the processing and analysis of the data, the Student T for single sample and SPSS resources were used for the tabulations and representations. **Results:** The sampling point is located in the intake that distributes the irrigation water to all Carquín Chico, of Coordinate UTM East  $77^{\circ} 36'04''$  and North  $11^{\circ} 04'40''$ . The microbiological analyzes with respect to fecal coliforms give results an increasing tendency from 2600 to 3600 NMP / 100 ml, with an average of 3125 NMP / 100 ml. The microbiological analysis with respect to Escherichia coli gives results with an increasing tendency of 50 to 210 ucf / 100 ml, with an average of 122.5 ucf / 100 ml. **Conclusions:** The sampling point is appropriately located at the intake or intake of the Huaura river from Carquín Chico. The analysis of the thermotolerant coliforms are significant and therefore from these data we can say that with a confidence level of 95% ( $\alpha = 5\%$ ) they significantly exceed the environmental quality standard of 1000 NMP / 100 ml in water of irrigation in times of low water in Carquín Chico. Escherichia coli analyzes are significant and therefore from these data we can say that with a confidence level of 95% ( $\alpha = 5\%$ ) these do not exceed (presence) the environmental quality standard of 1000 ucf / 100 ml in Irrigation water in dry season in Carquín Chico.

Keywords: Microbiological evaluation, irrigation water, low water, Carquín Chico

## INTRODUCCIÓN

El estudio denominado evaluación microbiológica del agua de riego en épocas de estiaje en Carquín Chico, distrito de Hualmay -2018. Se realizó con el objeto de valorar la contaminación del agua de riego en épocas de estiaje (junio a setiembre) con que los agricultores de Carquín Chico lo utilizan para el riego de sus cultivos.

En tal sentido el estudio tuvo como objetivo realizar la evaluación microbiológica del agua de riego en épocas de estiaje en Carquín Chico del distrito de Hualmay en el año 2018.

En el capítulo I se realiza el planteamiento donde se formulan preguntas como ¿Dónde es el lugar más apropiado para el análisis microbiológico del agua de riego en época de estiaje en Carquín Chico, distrito de Hualmay, 2018? ¿En qué medida los análisis de coliformes termotolerantes se encuentran respecto a los estándares de calidad ambiental en el agua de riego en épocas de estiaje en Carquín Chico, distrito de Hualmay, 2018? ¿En qué medida los análisis de escherichia coli se encuentran respecto a los estándares de calidad ambiental en el agua de riego en épocas de estiaje en Carquín Chico, distrito de Hualmay, 2018?

En el capítulo II se detalló el marco teórico, sus antecedentes internacionales y nacionales, bases teóricas referentes a las dos variables de estudio variable independiente: análisis del agua de riego y variable dependiente: evaluación microbiológica

En el capítulo III de metodología, de acuerdo a la naturaleza de la Investigación es no experimental longitudinal descriptiva, utilizándose técnicas del T de Student, recursos del SPSS para las tabulaciones y representaciones. Adicionales a las técnicas de observación y documentación.

En el capítulo IV se dan los resultados sobre el punto de monitoreo, el análisis y evaluación de los coliformes termotolerantes y de escherichia coli en el agua de riego en épocas de estiaje en Carquín Chico del distrito de Hualmay en el año 2018.

En el capítulo V se dan la discusión y en el capítulo VI conclusiones y recomendaciones del estudio, en base al estándar de calidad del agua de riego de vegetales y bebidas de animales que indica respecto a los contaminantes microbiológicos: coliformes termotolerantes 1000 NMP/100 ml y escherichia coli de 1000 ucf/100 ml. Siendo importante la conclusión a que se llegó en relación al punto de monitoreo, donde se concluyó que los análisis de los coliformes termotolerantes superan significativamente el estándar de calidad ambiental y los análisis de escherichia coli no superan (presencia) el estándar de calidad ambiental en el agua de riego en épocas de estiaje en Carquín Chico del distrito de Hualmay en el año 2018.



# CAPÍTULO I

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 1.1 Descripción de la realidad problemática

El 80% de la población latinoamericana vive en ciudades y una gran parte en asentamientos cercanos a fuentes contaminadas. También afirma que el 70% de las aguas residuales de la región de Latinoamérica no son tratadas. Sacamos el agua y la devolvemos a los ríos completamente contaminados. El tratamiento de aguas residuales es importante para volver a utilizar el agua, evitar su contaminación y la del ambiente (especialmente por sus efectos en la producción agropecuaria) y por salud pública. (Yee-Batista, 2013)

Es posible el empleo en el riego de prácticamente cualquier tipo de agua, a pesar de las malas características que esta pudiera tener, siempre que se tomen en cuenta esas características en la planificación de las normas de riego, el diseño de sistemas de riego, drenaje, tratamiento del agua y forma de siembra. (Ortega & Orellana, 2007)

La contaminación de las aguas puede ser de tipo física, química o microbiológica, siendo las últimas las más peligrosas y difíciles de eliminar, cabe destacar que el agua de riego una vez contaminada se convierte en un vehículo contaminante, transportando éstos a un área que pudiera estar libre de ellos; por otra parte, se debe tener presente que en general la población no tiene clara conciencia de la importancia y las implicancias de contar con agua de riego de buena calidad. (Varas, 2003, pág. 9).

El agua es uno de los recursos naturales más importantes e indispensable para el desarrollo de la vida y las actividades humanas; sin embargo, en nuestros tiempos debido al

crecimiento de la población y su uso indiscriminado, se viene produciendo la alteración progresiva de la calidad natural del agua.

Entre los contaminantes físicos, químicos y microbiológicos del agua, principalmente lo constituyen los microorganismos patógenos y las sustancias químicas orgánicas e inorgánicas, que normalmente provienen de las aguas residuales domésticas de las ciudades y las cargas o efluentes contaminantes de las actividades industriales, agrícolas y mineras.

En este contexto, como vecino del distrito de Hualmay me llamó la atención del olor en los campos de cultivo y las acequias, así como el color, presencia de sólidos en suspensión de las aguas utilizadas en el riego de los cultivos. Informándome in situ con los agricultores de Carquín Chico manifestaban que según su parecer tenían mucha contaminación y que se han quejado a instituciones como la Municipalidad y a la Región, sin tener respuesta alguna.

Es el caso que los terrenos de cultivo del lugar denominado Carquín Chico del distrito de Hualmay, departamento de Lima, donde se cultivan diversos productos como: zanahoria, fresa, camote, maíz, etc., son regados con las aguas del río Huaura que en la actualidad está siendo contaminado principalmente con las aguas residuales domésticas de la ciudad de Huaura y Santa María, también por los efluentes que provienen de actividades agroindustriales de la localidad, que se vierten en el mencionado río sin ningún tratamiento. El grado de contaminación de la referida agua de riego es mucho más notorio en las épocas de estiaje debido a la disminución del caudal del río Huaura por la ausencia de lluvias en la zona alta andina.

Asimismo, los agricultores de Carquín Chico son conscientes que están abasteciendo al mercado con productos probablemente contaminados, por lo tanto, el estudio está orientado a determinar la calidad del agua de riego que se utiliza en Carquín Chico en el distrito de Hualmay en cuanto se refiere a la contaminación microbiológica que al no ser

controladas incidirá directamente en la calidad sanitaria de los productos agrícolas que se obtienen de esta zona.

Esta situación preocupante de la probable contaminación observada en olor y color en el agua de riego de Carquín Chico y las opiniones recabadas por los agricultores motivó el presente trabajo de investigación, que permitirá contar con información relevante en la búsqueda de soluciones conjuntas de los agricultores con las autoridades locales y gobiernos regional.

## **1.2 Formulación del problema**

### **1.2.1 Problema general**

- ¿En qué medida se encuentra la contaminación microbiológica en el agua de riego en épocas de estiaje en Carquín Chico del distrito de Hualmay en el año 2018?

### **1.2.2 Problemas específicos**

- ¿Dónde deberá realizarse el muestreo para el análisis microbiológico del agua de riego en época de estiaje en Carquín Chico del distrito de Hualmay en el año 2018?
- ¿En qué medida los coliformes termotolerantes contaminan el agua de riego en épocas de estiaje en Carquín Chico del distrito de Hualmay en el año 2018?
- ¿En qué medida los escherichia coli contaminan el agua de riego en épocas de estiaje en Carquín Chico del distrito de Hualmay en el año 2018?

## **1.3 Objetivos de la investigación**

### **1.3.1 Objetivo general**

- Realizar la evaluación microbiológica del agua de riego en épocas de estiaje en Carquín Chico del distrito de Hualmay en el año 2018.

### **1.3.2 Objetivos específicos**

- Ubicar el punto de muestreo para el análisis microbiológico del agua de riego en época de estiaje en Carquín Chico del distrito de Hualmay en el año 2018.

- Realizar el análisis y evaluación de los coliformes termotolerantes en el agua de riego en épocas de estiaje en Carquín Chico del distrito de Hualmay en el año 2018.
- Realizar el análisis y evaluación de escherichia coli en el agua de riego en épocas de estiaje en Carquín Chico del distrito de Hualmay en el año 2018.

#### **1.4 Justificación de la investigación**

##### **1.4.1 Justificación Teórica.**

El propósito principal del informe de investigación es dar a conocer el grado de contaminación microbiológica del agua de riego que se utiliza en las actividades agrícolas en Carquín Chico del distrito de Hualmay, en tal sentido la presente investigación contribuirá académicamente al conocimiento de la calidad del agua de riego tomando en consideración los estándares de la calidad ambiental y a partir de ello, generar debate académico orientado a fomentar la salud y bienestar de la población.

##### **1.4.2 Justificación práctica.**

De acuerdo a las conclusiones y recomendaciones que se obtengan del presente informe de investigación, será de mucha importancia para los agricultores de Carquín Chico, las autoridades locales correspondientes y sobre todo para la población en general, quienes deben de tomar conciencia sobre la calidad del agua de riego que se viene utilizando en las actividades agrícolas especialmente en épocas de estiaje.

##### **1.4.3 Justificación legal.**

En el estudio se establece las normas legales que regulan la calidad del agua de riego que se debe de utilizar en las actividades agrícola de nuestro país. Con dichas normas se sabe si se está cumpliendo con el riego adecuado en cuanto a la calidad de agua.

#### **1.4.4 Justificación social.**

El estudio es relevante socialmente, porque permitirá a los agricultores de Carquín Chico, distrito de Hualmay tomar conciencia que calidad de aguas utilizan para cultivar sus productos y así identificar de modo adecuado si estos cultivos están siendo afectados

#### **1.5 Delimitaciones del estudio**

##### **1.5.1 Delimitación espacial.**

- Lugar : Carquín Chico
- Distrito : Hualmay
- Provincia : Huaura
- Departamento : Lima
- Región : Lima Provincias

##### **1.5.2 Delimitación temporal.**

- Meses : Junio – Setiembre
- Año : 2018

##### **1.5.3 Delimitación teórica.**

- Gestión ambiental
- Contaminación del agua
- Evaluación microbiológica
- Agua de riego
- Épocas de estiaje

#### **1.6 Viabilidad del estudio**

##### **1.6.1 Viabilidad técnica.**

El estudio es viable dado que se contará con la información relevante del control microbiológico que realiza la Autoridad Local del Agua (ALA) y otros organismos del

sector. Asimismo, el investigador profesional de ingeniería agrónoma cuenta con la información técnica de fuentes primarias.

#### **1.6.2 Viabilidad ambiental.**

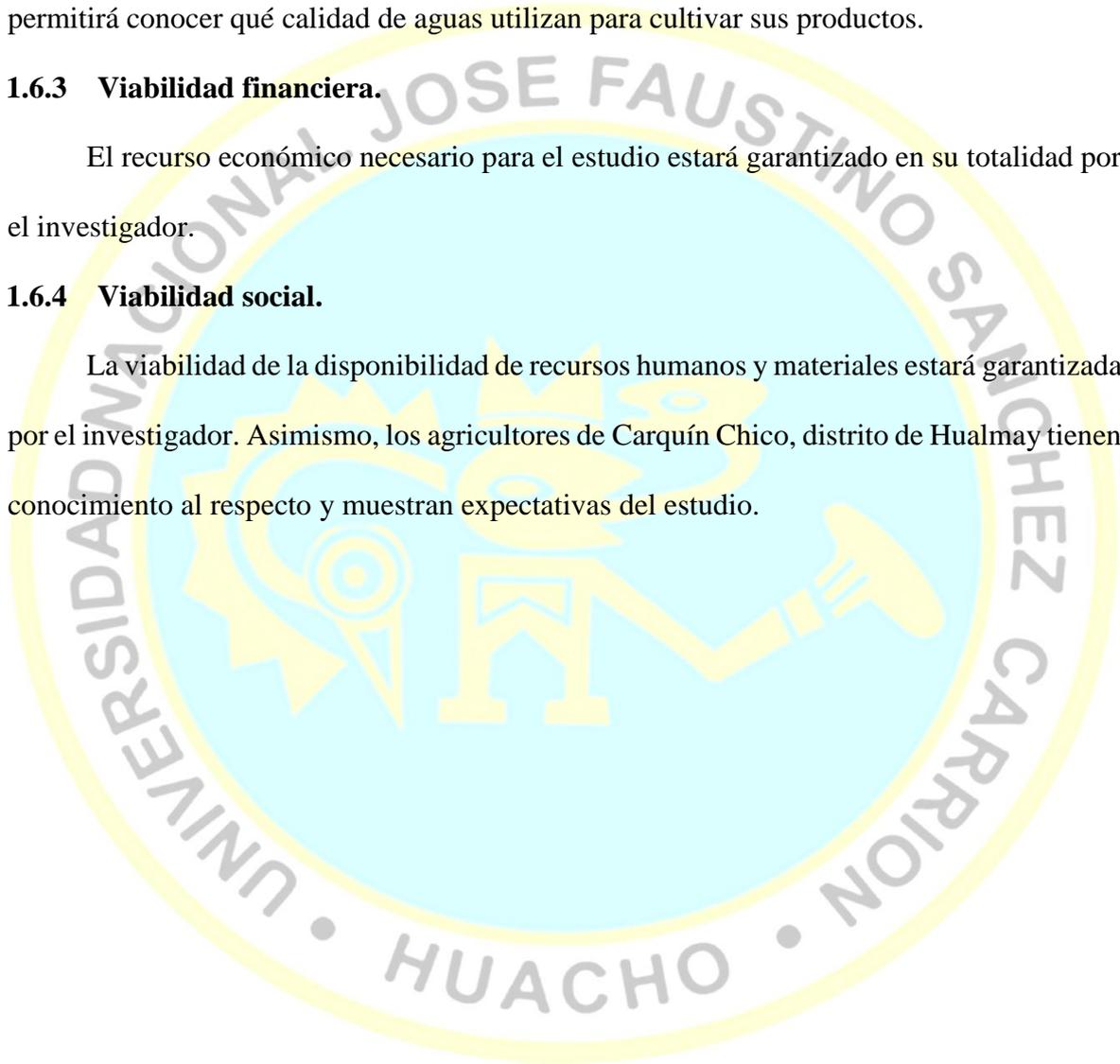
Debido a la naturaleza de la investigación se generará impacto ambiental positivo, con aportes de beneficio directo a los agricultores de Carquín Chico, distrito de Hualmay que permitirá conocer qué calidad de aguas utilizan para cultivar sus productos.

#### **1.6.3 Viabilidad financiera.**

El recurso económico necesario para el estudio estará garantizado en su totalidad por el investigador.

#### **1.6.4 Viabilidad social.**

La viabilidad de la disponibilidad de recursos humanos y materiales estará garantizada por el investigador. Asimismo, los agricultores de Carquín Chico, distrito de Hualmay tienen conocimiento al respecto y muestran expectativas del estudio.



## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Antecedentes de la investigación

##### 2.1.1 Investigaciones internacionales

Quispe (2015), Universidad Mayor de San Andrés de Bolivia, en su tesis *evaluación microbiológica y parasitológica en la producción de diferentes cultivos con riego de aguas residuales provenientes del Río Jillusaya en la estación experimental de Cota Cota.*; cuyo objetivo fue de evaluar el grado de contaminación microbiológica y parasitológica de los productos agrícolas con el uso como fuente principal de riego a las aguas del Río Jillusaya, en la Estación Experimental de Cota Cota, llegando a las siguientes conclusiones: es conforme a los resultados obtenidos del nivel de contaminación del agua de irrigación proveniente del río Jillusaya se identifica una contaminación microbiológica y parasitológica elevada sobrepasando los límites permisibles para estos parámetros con relación a los parámetros químicos. Se cuantificaron bacterias coliformes s coliformes totales arriba de  $4,6 \times 10^7$  NMP/100ml en época de estiaje y coliformes fecales  $7,5 \times 10^6$  NMP/100ml en la misma época. Respecto a los parásitos se identificó; Larvas de *Strongyloides stercoralis* en abundante y moderada cantidad, quistes de *Giardia lamblia* moderada cantidad, quistes de *Entamoeba coli* escasa y moderada cantidad, quistes y trofozoitos de *Balantidium coli* abundante y moderada cantidad, quistes de *Iodamoeba butschlii* escasa y moderada cantidad. Los cultivos evaluados en campo hasta la cosecha como ser la lechuga, cebolla y rábano, no tuvieron la presencia de *Escherichia coli* ni *Salmonella*. Pero con relación a la contaminación

parasitológica se identificó la presencia de parásitos como las larvas de *Strongyloides stercoralis* en moderada cantidad, *Balantidium coli* abundante y moderada cantidad, *Entamoeba coli* moderada cantidad, *Endolimax nana* moderada cantidad. Los cuales pueden llegar a ocasionar problemas colaterales en la salud de los estudiantes de la Facultad de Agronomía si no toman ninguna previsión al respecto. Puede haber la presencia de infecciones, diarreas, daño al intestino grueso y colon, efectos colaterales en los pulmones.

Bautista (2012). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador, en su tesis de grado, *estudio de la calidad del agua de la cuenca del río Chambi en época de estiaje*. cuyo objetivo fue determinar la calidad del agua en la Cuenca del Río Chambo en época de estiaje, llegando a las conclusiones: que la calidad del agua en la Cuenca del Río Chambo de acuerdo al índice WQI para época de estiaje dio como resultado que, de los 30 puntos de monitoreo, 7 (13,3%) corresponden a calidad buena y los 26 (86,7%) a la calidad media. En la época de lluvia de acuerdo al índice de WQI dio como resultado que de los 30 puntos de monitoreo 3 puntos (10%) conciernen a calidad buena y los 27 puntos (90%) a calidad media, es decir que la disminución de contaminación en época de Lluvia varía en un 1,0 % de la época de estiaje. El índice biológico de sensibilidad BMWP, en época de estiaje indicó que de los 30 puntos de monitorio en 6 puntos (20%) correspondieron a la calidad aceptable, los 10 puntos (33,3%) a calidad dudosa, los 11 puntos (36,7) a calidad crítica y los 3 puntos (10%) a calidad muy crítica, en época de lluvia indicaron que en 6 puntos (20%) corresponden a calidad aceptable, los 9 puntos (30%) a calidad dudosa, los 11 puntos (36,7%) calidad crítica y los 4 puntos (13,3) a calidad muy crítica. por Medio de los resultados obtenidos durante el estudio se comprobó que disminuye la contaminación de los diferentes ríos en época de lluvia debido a que aumenta el caudal provocando una dilución de la misma en esta época del año.

Sabio (2000), Universidad Zamorano, Honduras en su tesis *evaluación de la calidad y la cantidad de agua de la microcuenca el Cipriano en Güinope, Honduras*, cuyo objetivo fue evaluar la calidad y la cantidad del agua de la Microcuenca “El Capiro” para determinar las principales fuentes de contaminación, llegando a la conclusión que los análisis de calidad del agua detectaron la presencia de turbidez, coliformes totales y fecales muy por encima del máximo permisible para agua potable. Como era de esperarse, los valores más altos de estos parámetros se presentaron en la época de mayor intensidad y frecuencia de precipitación. La presencia de asentamientos humanos a orillas de la quebrada, afecta en forma significativa la calidad del agua, producto de la descarga de aguas servidas y desperdicios de todo tipo dentro del cauce. La microcuenca El Capiro, durante la época de alta precipitación, produce suficiente agua para abastecer las 417 familias del barrio Ocotol, pero, durante la época seca es necesario recurrir al racionamiento de agua por el bajo caudal generado.

Vélez & Ortega (2013), Universidad de Cuenca. Ecuador, en su tesis, *determinación de coliformes totales y E. coli en muestras de lechuga expandidas en cuatro mercados de la ciudad de Cuenca*, cuyo objetivo fue, determinación de coliformes totales y E. coli en lechugas de la variedad Iceberg (“criolla”) expandidas en cuatro mercados de la ciudad de Cuenca. Una investigación descriptivo longitudinal (prospectivo), llegando a la conclusión que a partir de los análisis realizados se encontró que mayoritariamente el grado de contaminación de las lechugas fue tolerante, pues solo el 1% de las muestras estuvo contaminada con niveles aceptables de coliformes totales ( $>10^4$  UCF/g) y el 6.25% con niveles no aceptables de E. coli ( $>10^2$  UCF/g). A pesar de la baja prevalencia de contaminación aceptable, es necesario recalcar la alta prevalencia de contaminación considerada como “aceptable” de coliformes totales (99%) y E. coli (93.75%), contaminación que si no es controlada a través de buenas prácticas de higiene toda su cadena

alimentaria, estos microorganismos podrían proliferar rápidamente hacia niveles no tolerables.

### **2.1.2 Investigaciones nacionales**

Terrones & Herrera (2015), Universidad nacional del Callao, Lima en su tesis *calidad del agua en la cuenca baja del río Chillón en época de estiaje y riego por el uso directo en riego agrícola*, cuyo objetivo fue determinar el riesgo potencial en las zonas agrícolas de la cuenca bajas regadas con las agua del río Chillón en época de estiaje. De una investigación experimental – transversal correlacional/causal. Llegó a la conclusión que en época de estiaje la calidad del agua en la cuenca baja del río Chillón es de mala calidad y no apta para el riego de vegetales no bebida de animales. Se encontró que el nivel de contaminación es muy alto en toda el área de estudio, y lo valores se reducen a alta contaminación aguas arriba del río desde la desembocadura en el Océano Pacífico. Existe una relación de causa y efecto entre la calidad de agua en la época de estiaje con la que se riega y la calidad del suelo agrícola.

Fajardo (2018), Universidad Nacional de San Marcos. Lima, en su tesis: *evaluación de la calidad microbiológica y fisicoquímica de las aguas en el área regional humedades de Ventanilla, región callao, Perú*. Cuyo objetivo fue determinar la calidad microbiológica y fisicoquímica del agua superficial (canales y espejos de agua) del Área de Conservación Regional Humedales de Ventanilla y la calidad del agua subterránea (dos piezómetros) del ACR utilizando bacterias indicadoras de contaminación microbiológica y midiendo diversos parámetros fisicoquímicos como indicadores de contaminación para propuestas orientadas a su recuperación y manejo sostenible. De una investigación descriptiva de tipo transversal, llegando a la conclusión que según los parámetros microbiológicos: coliformes fecales y coliformes totales, las aguas superficiales y subterráneas pueden dividirse en tres zonas. La zona de mayor riesgo microbiológico se encontró en las estaciones cercanas al asentamiento

humano Valle Verde, asociación Los Chancas donde la contaminación es más intensa. La zona de riesgo moderado se encuentra en la estación de muestreo establecida en el canal 3 donde la contaminación es menor y casi exclusiva por coliformes totales, estas dos zonas sufren constantemente los impactos de las aguas residuales de dichos asentamientos humanos. La zona de menor riesgo son las alejadas de los asentamientos humanos. La presencia de cargas altas de E. coli en las estaciones M-1, M-8, M-9 y M-12 indica una contaminación con heces humanas y de animales o de cercanía a aguas residuales poniendo en peligro la salud de la población. El impacto más severo de la contaminación sobre el ACR se refleja en los altos valores de coliformes fecales y coliformes totales lo que corresponde a un ecosistema impactado.

### **2.1.3 Otras Investigaciones.**

Gil, Espinoza & Malpica (2011), Universidad de Venezuela, en la revista de la facultad agronómica (UCV) publica el artículo *evaluación microbiológica de las aguas de riego de la zona agrícola de Barbacoas, estado Aragua*, cuyo objetivo fue evaluar la calidad microbiológica de las aguas utilizadas para el riego de hortalizas, a través de microorganismos indicadores de contaminación fecal, llegando a la conclusión que las muestras de agua analizadas arrojaron un alto porcentaje de microorganismos indicadores de calidad sanitaria (coliformes totales y fecales, E. coli, protozoarios y huevos de helmintos), evidenciando un alto grado de contaminación de las aguas. Esto la clasifica como no aptas para ser usadas como agua de riego y mucho menos como uso recreacional.

Por otra parte, la alta carga microbiana de origen fecal nos indica que las lagunas de oxidación no están asegurando ningún grado de remoción de esta flora por lo que no adecuan las aguas residuales de origen urbano para su reúso en agricultura.

González & Chiroles (2010), Instituto Nacional de Higiene, Epidemiología y Microbiología (INHEM). La Habana. Cuba. En la revista cubana de salud pública, *uso seguro y riesgos microbiológicos del agua residual para la agricultura*, cuyo objetivo fue asegurar la sostenibilidad ambiental, llegando a la conclusión que las aguas residuales son un recurso valioso que debe utilizarse sin limitaciones siempre y cuando se tomen las medidas necesarias para proteger la salud y el ambiente. Es importante realizar los estudios químicos y microbiológicos, epidemiológicos y la evaluación cuantitativa de riesgo para garantizar la calidad de agua residual y su uso seguro. En Cuba se ha desarrollado la agricultura urbana, pero se realiza fundamentalmente con agua potable, de ahí la importancia de considerar las guías que se ofrecen para la futura valoración del uso del agua residual tratadas en la agricultura y en otras áreas.

Ministerio de Agricultura. (1992), Perú, en su proyecto nacional de mejoramiento de riego y Drenaje Pronardret, *diagnóstico del aprovechamiento de las aguas servidas en la ciudad de Lima y alrededores*, cuyo objetivo es realizar el inventario y evaluación del recurso hídrico proveniente del agua residual de la ciudad de Lima y alrededores, llegando a la conclusión que el déficit de agua para riego en los valles de Rímac y Chillón (zonas bajas) en los últimos años y la expansión urbana han creado problemas en la red principal de riego. La población arroja basura a los canales, colmatándolos y/o tapándolos, por lo que los agricultores se han visto obligados a captar las aguas servidas. Las aguas servidas captadas del río Rímac y Chillón y de los buzones de los colectores del Cono Norte, vienen usándose en el riego de hortalizas en los principales agrícolas. Actualmente ningún organismo del Estado hace cumplir las normas legales sobre el uso indebido de las aguas servidas en los sectores agrícola a fin de garantizar a la población un producto de buena calidad.

Autoridad Nacional del Agua (2016), Perú, en su informe técnico N° 002-2016-ANA-AAA.CF-ALA H/KHR, resultado del monitoreo participativo de la calidad de agua de la cuenca del río Huaura-2015, cuyo objetivo fue evaluar la calidad de los cuerpos naturales de agua superficiales de la cuenca del río Huaura, en base a los resultados del monitoreo de la calidad de agua superficial, a fin de promover la implementación de la estrategia orientada a la recuperación y protección de la calidad de los recursos hídricos, concluye que la afectación en la calidad en las aguas superficiales del río Huaura, en cuanto a los valores que superan ampliamente los estándares establecido de coliformes termotolerantes, son generados por las descargas de aguas residuales domesticas-municipales sin tratamiento alguno, provenientes de la ciudades de Oyón y el Centro poblado Viroc, situados en la parte alta, las ciudades de Sayán y Andalusí ubicadas en la parte media y las ciudades de Huaura, Santa María, Hualmay, Caleta de Carquín y Huacho, situados en la parte baja.

Autoridad Nacional del Agua (2016), Perú, en su informe técnico N° 027-2016-ANA-AAA.CF-ALA H/KHR, resultado del monitoreo participativo de la calidad de agua de la cuenca del río Huaura-2016, cuyo objetivo fue evaluar la calidad de los recursos hídricos especiales de la cuenca del río Huaura, en base a los resultados del monitoreo de la calidad de agua superficial, a fin de promover la implementación de la estrategia orientada a la recuperación y protección de la calidad de los recursos hídricos, concluye que la afectación en la calidad en las aguas superficiales del río Huaura, en cuanto a los valores que superan ampliamente los estándares establecido de coliformes termotolerantes, son generados por las descargas de aguas residuales domesticas-municipales sin tratamiento alguno, provenientes de la ciudades de Oyón y el Centro poblado Viroc, situados en la parte alta, las ciudades de Sayán y Andalusí ubicadas en la parte media y las ciudades de Huaura, Santa María, Hualmay, Caleta de Carquín y Huacho, situados en la parte baja.

Autoridad Nacional del Agua (2017), Perú, en su informe técnico N° 066-2017-ANA-AAA.CF-ALA H/KHR, resultado del monitoreo participativo de la calidad de agua de la cuenca del río Huaura-2017, cuyo objetivo fue evaluar la calidad de los cuerpos naturales de agua superficiales en el ámbito de la cuenca del río Huaura, en base a los resultados del monitoreo de la calidad de agua superficial, a fin de promover la implementación de la estrategia orientada a la recuperación y protección de la calidad de los recursos hídricos, concluye que la estación afectada, RHuaua3, ubicada en la parte baja, situada aguas abajo del puente de Huaura, los valores de Coliformes Termotolerantes (1,700,000 NMP/100mL), superan excesivamente al ECA-Agua Categoría. 3, siendo la causa directa, la descarga de los afluentes domésticos sin tratar provenientes del distrito de Santa María, Huaura y Hualmay; siendo estas aguas empleadas para la agricultura por la Comisión de Regantes de Carquín.

## **2.2 Bases teóricas**

### **2.2.1 Agua de riego.**

La presencia de agua es vital para el crecimiento de las plantas, no sólo porque éstas necesitan de ellos para realizar sus procesos fisiológicos, sino también porque el agua contiene nutrientes en solución. La lluvia y otras formas de precipitación constituyen los aportes de agua, pero poco beneficiarán a las plantas si el suelo no pudiera almacenarla para el uso de los vegetales entre lluvias. (Ideas Books, 1998)

La calidad del agua de uso agrícola varía, especialmente entre las aguas superficiales que pueden estar expuestas a contaminación temporal e intermitente, como descargas de aguas negras o desagües contaminados procedentes de la crianza de ganado en terrenos situados en la parte alta de la corriente. El agua subterránea que se ve afectada por el agua superficial, como la de pozos viejos con grietas en su revestimiento, también puede estar expuesta a contaminación. Entre las medidas para asegurar la debida calidad del agua se

encuentran comprobar que los pozos estén debidamente contruidos y protegidos, tratar el agua para reducir la cantidad de contaminante y usar diferentes métodos de aplicación del agua para restringir su contacto con las frutas y hortalizas. La viabilidad de estas y otras medidas dependerá de las fuentes de agua disponibles, del uso que se planee dar al agua, así como de las necesidades y recursos de la operación en cuestión. (FDA, 1998, pág. 13)

La calidad del agua destinada al riego de plantas como frutales, legumbres, cereales entre otros, necesita satisfacer un patrón de calidad. En tal sentido, no debe contener sustancias como el boro y metales pesados que son tóxicos para el suelo y las plantas. En el caso de los vegetales que se consumen en estado crudo, estos deben ser regados con aguas que satisfagan criterios más estrictos especialmente en lo que respecta a los parámetros microbiológicos, porque son muchas las enfermedades causadas por virus, bacterias, protozoarios o gusanos que se transmiten a través de esta vía. (FAO, 1985)

Cuando el agua entra en contacto con frutas y hortalizas, la posibilidad de contaminación de estos productos por microorganismo patógenos depende de la calidad de la misma, y si los microorganismos sobreviven en dichos alimentos pueden causar enfermedades. (FDA, 1998, pág. 11)

Son aquellas aguas utilizadas para el riego de los cultivos vegetales, las cuales, dependiendo de factores como el tipo de riego empleado en los cultivos, la clase de consumo utilizado (crudo o cocido) y los posibles procesos industriales o de transformación a los que puedan ser sometidos los productos agrícolas. (MINAM, 2017)

#### **2.2.1.1 Agua para riego no restringido.**

Son aquellas aguas cuya calidad permite su utilización en el riego de cultivos: alimenticios que se consumen crudos (ejemplo: hortalizas, plantas frutales de tallo bajo o similares); cultivos de árboles o arbustos frutales o con sistema de riego por aspersión, donde

el fruto o partes comestibles entran en contacto directo con el agua de riego, aun cuando estos sean de tallo alto. (MINAM, 2017)

### **2.2.1.2 Agua para riego restringido.**

“Son aquellas aguas cuya calidad permite su utilización en el riego de: cultivos alimenticios que se consumen cocidos (ejemplo: habas); cultivos de tallo en los que el agua de riego no entra en contacto con el fruto (árboles frutales), cultivos a ser procesados, envasados y/o industrializados (ejemplo, arroz, trigo, avena, quinua); otros cultivos no comestibles (algodón) y cultivos forestales, forrajes, pastos o similares. (MINAM, 2017)

### **2.2.1.3 Época de estiaje.**

El Río Huaura tiene un comportamiento estacional y las variaciones estacionales del régimen de descargas están en relación directa al comportamiento de las precipitaciones pluviales que ocurren en la cuenca húmeda. Mediante el análisis de los histogramas de descargas diarias correspondientes al periodo 1911 a 1999, se han determinado tres periodos: un periodo de avenidas, comprendidos entre los meses de enero a abril; un periodo de estiaje, entre junio y setiembre. Entre mayo y junio hay también un periodo transicional que corresponde al período de curva de agotamiento del río Huaura. (Villacorta, y otros, 2010).

### **2.2.2 Contaminación microbiológica del agua de riego.**

Con la expansión urbanística, la ciudad prácticamente ha invadido las zonas agrícolas de la periferia y ha creado un ecosistema especial denominado cultivos periurbanos. Esos cultivos compiten por agua con las actividades antrópicas desarrolladas en la ciudad, lo que ha dado lugar al desarrollo de una lucha por ese recurso, y ha generado la necesidad de usar las aguas residuales para el riego (Venegas, 2001)

La materia orgánica cuando se descompone y se mezcla en el suelo, cubre las partículas minerales con la sustancia porosa, parecida a la gelatina y altamente absorbente,

con lo cual aumenta el área de su superficie, y por lo tanto su poder de almacenamiento. Con la segregación de materia orgánica al suelo, este se dilata y se profundizará incrementándose la capacidad de almacenamiento de retención, para la profundidad afectada por la materia orgánica, junto con los espacios porosos y las partículas minerales forman la capa húmifera de los suelos (Prieto, 2004).

El agua no siempre contiene la misma cantidad de agua. La cantidad de agua del suelo sufre variaciones con el tiempo, a razón de las importaciones/exportaciones que sufre, algunas externas (ganancia por pluviometría y/o riego), otras por evaporación (pérdida por temperatura) y también por la extracción de las plantas (pérdidas). (Ideas Books, 1998, pág. 50).

El Uso de agua de mala calidad puede ocasionar problemas en el suelo y en los cultivos agrícolas, estos pueden ser problemas de salinidad; disminución de la tasa de infiltración, toxicidad específica sobre los cultivos y otros (Moreno, 1996)

La contaminación de las aguas puede ser de tipo física, química o microbiológica, siendo las últimas las más peligrosas y difíciles de eliminar, cabe destacar que el agua de riego una vez contaminada se convierte en un vehículo de contaminantes, transportando éstos a un área que pudiera estar libre de ellos; por otro lado, se debe tener presente que en general la población no tiene clara conciencia de la importancia y las implicancias de contar con agua de riego de buena calidad. La contaminación microbiológica es la más peligrosa ya que dependiendo del tipo de microorganismo y su concentración puede producir enfermedades en la población, limitando así el cultivo de algunas especies hortícolas, especialmente los que crecen al ras de los suelos, como la lechuga, repollo, tomates, espárragos, frutas, etc., es importante evitarla en toda la cadena de producción, has el consumo. (Varas, 2003)

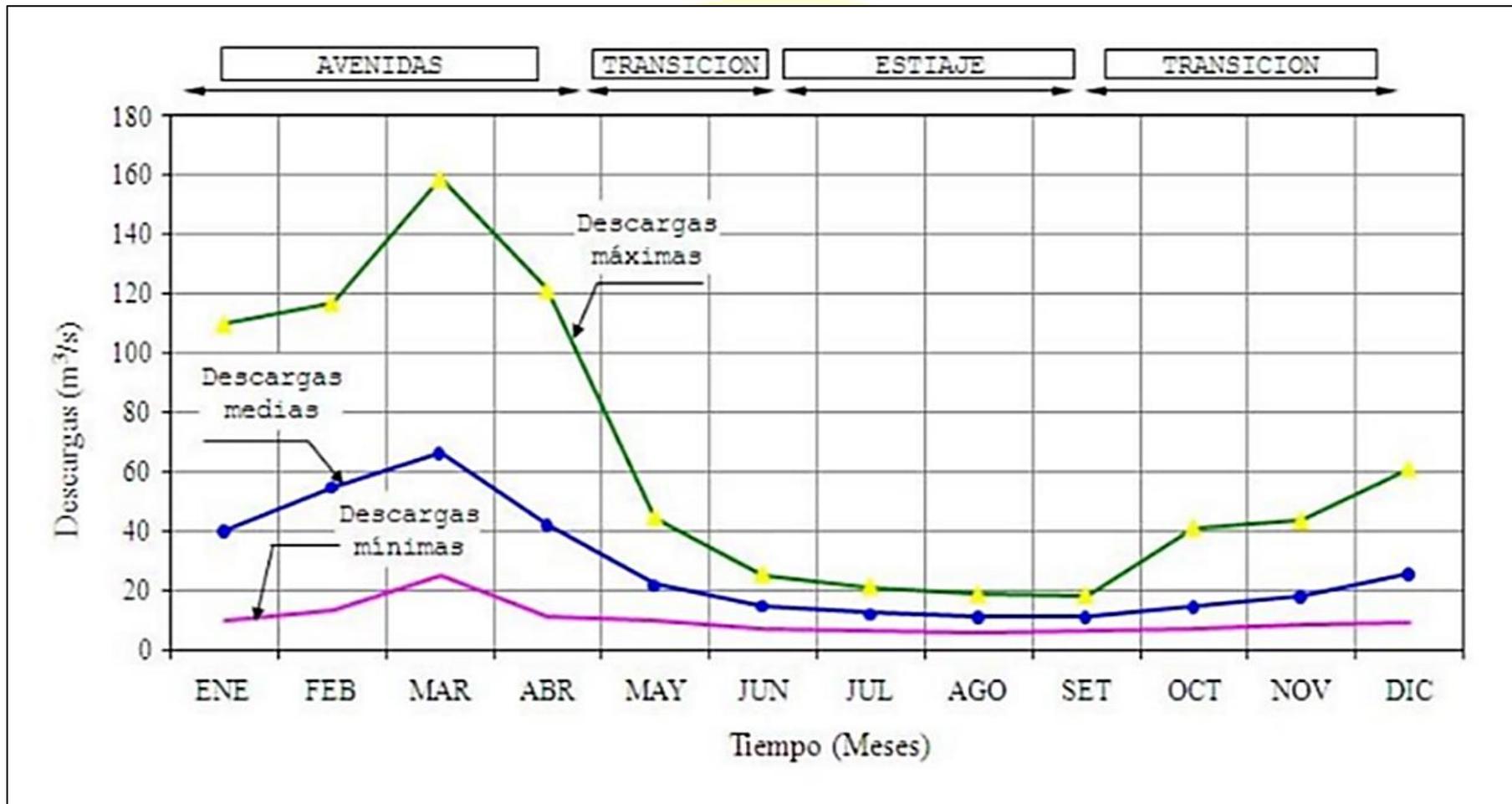


Figura 1. Histograma de descargas máximas, medias y mínimas del río Huaura en la estación hidrométrica de Sayán.

Fuente: (Villacorta, y otros, 2010)

La OMS en (OMS, 1989), estableció los parámetros de calidad bacteriológica:

“Los criterios básicos para la protección sanitaria de los grupos en riesgo que utilizan sistemas de reúso en la agricultura y recomiendan las guías microbiológicas que fueron el resultado de un largo proceso de preparación con el fin de lograr calidad microbiológica de las aguas residuales”

### **2.2.2.1 Coliformes.**

El grupo coliformes incluye las bacterias de forma bacilar, aeróbicas y facultativas anaeróbicas Gram-negativa, no formadoras de esporas, las cuales fermentan la lactosa con formación de gas en un periodo de 48 horas a 35 °C o 37 °C (Romero, 2005).

#### **a. Coliformes totales.**

La denominación de coliformes se le otorga a todo aquel grupo de bacterias que tiene ciertas características bioquímicas en común y son de mucha importancia como indicadores de contaminación en el agua de los alimentos, sin embargo, el nombre de coliformes totales comprenden la totalidad del grupo. (Micro de los alimentos, 2008)

Son bacilos Gram negativo, aeróbicos y anaeróbicos facultativos no esporulados capaces de crecer en medios que contienen sales biliares, como Mc Conkey y Bilis rojo violeta entre otros. (Pascual & Calderón, 1999)

Dentro de los coliformes totales se encuentra el sub grupo de coliformes fecales o coliformes termotolerante, estas bacterias presentan las mismas características que el grupo total y su única diferencia se refieren a que se desarrollan a temperaturas de 44 °C a 45 °C. (Valenzuela, 1995). Su capacidad de supervivencia en el medio depende de la temperatura del agua, los efectos de la luz solar, las poblaciones de otras bacterias presentes, y la composición química del agua. La presencia de coliformes en el agua indica la contaminación bacteriana reciente en cuerpos de agua (Fernandez, Alcántara, & García, 2001)

## **b. Bacterias coliformes fecales.**

Los coliformes fecales son un subgrupo de los coliformes totales, capaz de fermentar la lactosa a 44,5 °C. Aproximadamente el 95% del grupo de los coliformes presentes en heces están formados por *Escherichia coli* y ciertas especies de *Klebsiella*. Los Coliformes fecales se encuentran casi exclusivamente en las heces de los animales de sangre caliente, se considera que reflejan mejor la presencia de contaminación fecal. (OMS, 1989).

Estos son sólo de origen intestinal y se denominan termotolerantes por su capacidad de soportar temperaturas más elevadas. Esta denominación los diferencia por la característica de crecer a una temperatura superior que los coliformes totales. La capacidad de reproducción de los coliformes fecales fuera del intestino de los animales homeotérmicos es favorecida por la existencia de condiciones adecuadas de materia orgánica, pH, humedad, etc. (Prescott, Harley, & Klein, 2004).

En este grupo la principal bacteria que representa la meta de identificación es *Escherichia coli* (EC)

### **2.2.2.2 Escherichia coli (E.coli).**

Es un bacilo corto, Gran negativo, con una sola cadena espiral de ADN, anaeróbico facultativo, móvil con flagelos peritricos, tiene información genética en los plásmidos, que son responsables de la producción de toxinas y de la resistencia a los antimicrobianos. (Romero R. , 2007)

La mayoría de las bacterias pertenecientes a la especie de *E. coli* forman parte de la micro flora normal del intestino del hombre y de los animales de sangre caliente, encontrándose habitualmente en sus heces. (Romero R. , 2007)

La mayor parte de las cepas son inocuas, pero existen algunas que son patógenas para el hombre. (Pascual & Calderón, Microbiología alimentaria: Metodología Analítica para Alimentos y Bebidas, 1999)

Tiene el inconveniente de vivir poco tiempo en el ambiente extraentérico, por lo que su presencia en los alimentos indica contaminación fecal reciente. (Pascual, 2005), se destruye a una temperatura de pasteurización y también durante su almacenamiento en frío, sobre todo a temperatura de congelación. (Pascual & Calderón, 1999)

Tabla 1.

*Estándares de agua de riego de vegetales y bebidas de animales*

| Parámetros microbiológico y parasitológico | Unidades de medida | Riego de vegetales             |                             | Bebidas de animales |
|--|--------------------|--------------------------------|-----------------------------|---------------------|
|  |                    | Agua para riego no restringido | Agua para riego restringido | Bebidas de animales |
|  |                    | Coliformes Termotolerantes     | NMP/100 ml                  | 1 000               |
| Escherichia coli                           | NMP/100 ml         | 1000                           | **                          | **                  |
| Huevos de Helmintos                        | Huevos/L           | 1                              | 1                           | **                  |

El símbolo \*\* dentro de la tabla significa que el parámetro no aplica para esta subcategoría.

Los valores de los parámetros se encuentran en concentraciones totales, salvo que se indique lo contrario.

Fuente: (MINAM, 2017)

Tabla 2.

*Estándares de Agua Conservación del ambiente acuático*

---

| Parámetros microbiológicos – ríos costa y sierra |            |       |
|--|------------|-------|
| Coliformes                                       |            |       |
| Termotolerantes                                  | NMP/100 ml | 1 000 |

---

Fuente: (MINAM, 2017)

### **2.2.3 Legislación.**

#### **2.2.3.1 Constitución Política del Perú.**

Los recursos naturales, renovables y no renovables, son patrimonio en la Nación, estado es soberano en su aprovechamiento. (Congreso de la República del Perú, 1993)

#### **2.2.3.2 Ley N° 28611 - Ley general del ambiente.**

El Congreso de la República del Perú (2005), se tiene artículos de interés para el estudio:

En su artículo 1°, indica:

“Toda persona tiene el derecho irrenunciable a vivir en un ambiente saludable, equilibrado y adecuado para el pleno desarrollo de la vida; y el deber de contribuir a una efectiva gestión ambiental y de proteger el ambiente, así como sus componentes, asegurando particularmente la salud de las personas en forma individual y colectiva, la conservación de la diversidad biológica, el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y el desarrollo sostenible del país.”

En el Artículo 31° indica sobre el estándar de calidad ambiental:

“El estándar de calidad ambiental (ECA), es la medida que establece el nivel de concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en el aire, agua o suelo, en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente. Según el parámetro en particular a que se refiera, la concentración o grado podrá ser expresada en máximos, mínimos o rangos.

En el Artículo 32° indica sobre los Límites Máximos Permisibles:

“El límite máximo permisible (LMP), es la medida de la concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, que caracterizan a un efluente o una emisión, que al ser excedida causa o puede causar daños a la salud, al bienestar humano y al ambiente. Su cumplimiento es exigible legalmente por la respectiva autoridad competente. Según el parámetro en particular a que se refiera, la concentración o grado podrá ser expresada en máximos, mínimos o rangos.

El LMP guarda coherencia entre el nivel de protección ambiental establecido para una fuente determinada y los niveles generales que se establecen en los ECA. La implementación de estos instrumentos debe asegurar que no se exceda la capacidad de carga de los ecosistemas, de acuerdo a las normas sobre la materia.”

En el Artículo 66° indica sobre la salud Ambiental:

“La prevención de riesgos y daños a la salud de las personas es prioritaria en la gestión ambiental. Es responsabilidad del Estado, a través de la Autoridad de Salud y de las personas naturales y jurídicas dentro del territorio nacional, contribuir en una efectiva gestión del ambiente y de los factores que generan riesgos a la salud de las personas.”

Artículo 120°.- De la protección de la calidad de las aguas, indica:

“El Estado, a través de las entidades señaladas en la Ley, está a cargo de la protección de la calidad del recurso hídrico del país.

El Estado promueve el tratamiento de las aguas residuales con fines de su reutilización considerando como premisa la obtención de la calidad necesaria para su reuso, sin afectar la salud humana, el ambiente o las actividades en las que se reutilizarán.”

Artículo 121. Del vertimiento de aguas residuales, indica:

“El Estado emite en base a la capacidad de carga de los cuerpos receptores, una autorización previa para el vertimiento de aguas residuales domésticas, industriales o de cualquier otra actividad desarrollada por personas naturales o jurídicas, siempre que dicho vertimiento no cause deterioro de la calidad de las aguas como cuerpo receptor, ni se afecte su reutilización para

otros fines, de acuerdo a lo establecido en los ECA correspondientes y las normas legales vigentes.”

### **2.2.3.3 Ley Recursos hídricos Ley N° 29338.**

La presente Ley regula el uso y gestión de los recursos hídricos. Comprende el agua superficial, subterránea, continental y los bienes asociados a esta. Se extiende al agua marítima y atmosférica en lo que resulte aplicable. (Congreso de la República del Perú, 2009)

Según el artículo 153°, indica:

“Se entenderá como caudal ecológico al volumen de agua que se debe mantener en las fuentes naturales de agua para la protección o conservación de los ecosistemas involucrados, la estética del paisaje u otros aspectos de interés científico o cultural.”

### **2.2.3.4 Ley orgánica de municipalidades Ley N° 27972 y su reglamento.**

Las municipalidades provinciales y distritales son los órganos de gobierno promotores del desarrollo local, con personería jurídica de derecho público y plena capacidad para el cumplimiento de sus fines. Es competencia de las municipalidades: formular, aprobar, ejecutar y monitorear los planes y políticas locales en materia ambiental, en concordancia con las políticas, normas y planes regionales, sectoriales y nacionales (Congreso de la República del Perú, 2003).

## **2.3 Bases filosóficas.**

La filosofía se única en el momento que el ser humano comienza a dudar, reflexionar, cuestionar el mundo, cuestionar la vida y cuestionar el pensamiento.

La filosofía es la ciencia de las leyes universales a las que se subordina el ser (naturaleza y sociedad) y el pensamiento del hombre.

El trabajo se enmarca a la filosofía positivista, que es teoría y metodología de la ciencia, siendo las ideas filosóficas de la lógica (pensamiento concreto) y de problema filosófico al epistemológico, el cual estudia la producción de conocimiento desde sus aspectos metodológicos hasta sus aspectos teóricos esenciales. Siendo por tanto la epistemología parte de la filosofía que estudia los principios, fundamentos, extensión y metidos de conocimiento humano.

#### **2.4 Definición de términos básicos**

**Aguas residuales:** Aguas de composición variada proveniente de las descargas de usos municipales, industriales, comerciales, de servicio, agrícolas, pecuarios, domésticos, incluyendo fraccionamientos y, en general, de cualquier otro uso, así como la mezcla de ellos (Ministerio del Ambiente, 2010)

**Agua de riego:** Es el recurso hídrico imprescindible para el desarrollo de las plantas. El éxito de la agricultura bajo riego, depende en gran medida de la “Calidad del Agua”, porque puede influir, modificando las características propias del suelo, así como en el rendimiento de los cultivos, si transporta sales en cantidades excesivas que afecten a la planta. (Ministerio de Agricultura, 2016)

**Análisis microbiológico:** Procedimientos que se siguen para determinar la presencia, identificación, y cantidad de microorganismos patógenos e indicadores de contaminación (Ministerio de Salud, 2007)

**Calidad microbiológica:** Se define como calidad microbiológica del agua al estudio de los elementos microbiológicos que alteren su composición y que pueden causar un impacto negativo en la salud pública y en la conservación de ecosistemas. La calidad del agua desde el punto vista microbiológico, se evalúa por medio de bacterias indicadoras,

como el grupo de bacterias coliformes totales y coliformes fecales. (Garcia & Iannacone, 2014)

**Carga contaminante:** Medida que representa la masa de contaminante por unidad de tiempo que es vertida por una corriente residual. Comúnmente se expresa en T/año, T/día o kg/d. (Agencia de Medio Ambiente, 1998)

**Caudal máximo y mínimo:** Valores extremos de caudal en un periodo de tiempo determinado. (Agencia de Medio Ambiente, 1998)

**Concentración:** Se entiende a la cantidad de sustancia en relación con un volumen determinado que la contiene, el que puede ser aire, suelo o agua. Se expresa en unidades de masa entre volumen para agua. (Agencia de Medio Ambiente, 1998)

**Contaminación:** Define como la degradación de la calidad del agua como efecto de las actividades humanas. La contaminación del agua es la adición de materia extraña perjudicial que deteriora la calidad del agua, tanto para consumo humana y de animales, vida marina y regadío de tierras (Braden & Lovejoy, 1990)

**Contaminación biológica:** El agua contaminada puede ser sucia, mal oliente, corrosiva o desagradable al gusto. Sin embargo, el efecto más perjudicial del agua contaminada para el hombre ha sido ciertamente en la transmisión de enfermedades. La fiebre tifoidea, en el hemisferio occidental, y el cólera, en el hemisferio oriental, han sido las causas del mayor número de defunciones por el agua (USAID, 1984).

**Coliformes:** el grupo Coliformes incluye las bacterias de forma bacilar, aeróbicas y facultativas anaeróbicas Gram-negativa, no formadoras de esporas, las cuales fermentan la lactosa con formación de gas en un periodo de 48 horas a 35 °C o 37 °C. (Romero, 2005)

**Desembocadura:** parte más baja de un cuerpo de agua lótico (quebrada, río) que vierte sus aguas a un lago o mar. (ANA, 2016, pág. 83)

**Escherichia coli:** es un bacilo corto, Gran negativo, con una sola cadena espiral de ADN, anaeróbico facultativo, móvil con flagelos peritricos, tiene información genética en los plásmidos, que son responsables de la producción de toxinas y de la resistencia a los antimicrobianos. (Romero R. , 2007)

**Efluente:** Material de desecho descargado al ambiente, tratado o sin tratar, que se refiere generalmente a la contaminación del agua, pero puede utilizarse para referirse a las emisiones de chimeneas u otros materiales de desechos que entran en el medio ambiente. (Ministerio del Ambiente, 2010)

**Estándares de calidad ambiental para el agua (ECA-agua):** nivel de concentración máximo de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos presentes en los recursos hídricos superficiales que no presentan riesgo significativo para la salud de las personas no contaminación del ambiente. Los estándares aprobados son aplicables a los cuerpos de agua de territorio nacional en su estado natural y son obligatorios en el diseño de las normas legales y las políticas públicas, siendo un referente obligatorio en el diseño y aplicación de todos los instrumentos de gestión ambiental. (ANA, 2016, pág. 83)

**Estiaje:** Nivel más bajo o caudal mínimo de un río u otra corriente en épocas de sequía. (Definiciones-de.com, 2011)

**Evaluación:** Proceso contextualizado y sistematizado, intencionalmente diseñado y técnicamente fundamentado, de recopilación de información relevante, fiable, y válida, que permita emitir un juicio valorativo en función de los criterios previamente determinados como base para la toma de decisiones

**Época de estiaje:** Se le denomina a una temporada o periodo común donde la disponibilidad de agua (cuerpos de agua) y lluvia, está por debajo del promedio anual esperado en una región o cuenca hidrológica, lo que repercute en el desabasto del suministro de agua para consumo. (Secretaria de protección civil del estado de Veracruz, 2013, pág. 2)

Los períodos de estiaje pueden causar graves problemas y perjuicios económicos en las actividades relacionadas al agua: riego de cultivos, generación de energía, alimentación de animales, etc. Además de causar mortandad de plantas y animales, aumenta la posibilidad de incendios, desabastecimiento de ciertos productos, etc. (Definiciones-de.com, 2011)

**GPS:** equipo de sistema de posicionamiento global transformado en un estándar para la ubicación de los sitios de trabajo, lo cual asegura determinar que cada estación sea muestreada en el mismo sitio, proporcionando las coordenadas norte y este o latitud o longitud y lo terrestre. (ANA, 2016, pág. 84)

**Microorganismos indicadores:** son aquellos que tienen un comportamiento similar a los patógenos, así como su concentración y reacción frente a factores ambientales, pero son más fáciles, rápidos y económicos de identificar (Del Pilar, Ávila, Estupiñan, & Gómez, 2005)

**Muestra:** toma puntual de agua en los puntos de muestreo concertados, que refleja la composición física, química y microbiológica representativa del momento, para el proceso de vigilancia de la Autoridad Sanitaria. (Instituto Nacional de Salud, 2011)

**Punto de monitoreo:** ubicación geográfica en una zona específica e un cuerpo de agua donde se realiza la toma de muestra de parámetros para la determinación de la calidad de agua. (ANA, 2016, pág. 86)

**Río:** un río es una corriente natural de agua que fluye con continuidad. Posee un caudal determinado, rara vez es constante a lo largo del año, y desemboca en el mar, en un lago o en otro río, en cuyo caso se denomina afluente. La parte final de un río es su desembocadura. Algunas veces terminan en zonas desérticas donde sus aguas se pierden por infiltración y evaporación por las intensas temperaturas. (wikipedia, 2016)

**Zonas de cultivos:** Son tierras para cultivo en limpio y las tierras para cultivos permanente, sin ser limitativo, encontrándose en la cuenca baja estos dos tipos de suelos aptos para cultivos (FAO, 1985)

## **2.5 Hipótesis de investigación**

### **2.5.1 Hipótesis general**

- La contaminación microbiológicamente es significativa en el agua de riego en épocas de estiaje en Carquín Chico del distrito de Hualmay en el año 2018.

### **2.5.2 Hipótesis específicas**

- El punto de muestreo es ubicado apropiadamente en el ingreso a la captación del agua de riego a Carquín Chico del río Huaura.
- Los coliformes termotolerantes contaminan significativamente el agua de riego en épocas de estiaje en Carquín Chico del distrito de Hualmay en el año 2018.
- Los Escherichia coli no contaminan significativamente el agua de riego en épocas de estiaje en Carquín Chico del distrito de Hualmay en el año 2018.

## **2.6 Operacionalización de las variables**

Se indica en la tabla 3.

Tabla 3.

*Operacionalización de las variables.*

| Variable   | Concepto   | Operacionalización de variables                   |  |         |
|--|--|---|--|---------|
|  |  | Dimensión   | Indicadores                                    | Escala  |
| V1<br>Análisis<br>microbiológico<br>o del agua de<br>riego | Es el recurso hídrico imprescindible para el desarrollo de las plantas. El éxito de la agricultura bajo riego, depende en gran medida de la “Calidad del Agua”, porque puede influir, modificando las características propias del suelo, así como en el rendimiento de los cultivos, si transporta sales en cantidades excesivas que afecten a la planta. (Ministerio de Agricultura, 2016)  | Distribución                                      | • Punto de monitoreo del agua de riego.        | Nominal |
|  |  | Parámetros<br>microbiológicos                     | • Análisis Coliforme Termotolerantes (Fecales) | Razón   |
|  |  |   | • Análisis de Escherichia coli                 | Razón   |
| V2<br>Evaluación<br>Microbiológica                         | Desde el punto de vista microbiológico, la presencia de ciertos grupos de bacterias puede revelar una contaminación reciente por materia fecal o materia orgánica. La carga bacteriológica de cierto tipo de patógeno en el agua puede contaminar los cultivos regados, aumentando con ello el riesgo de salud pública por la ingesta de las verduras, las cuales principalmente se consumen crudas. Cuanto mayor es la concentración de organismos patógenos en el agua o en los alimentos mayor es la probabilidad de enfermedades en humanos (USEPA, 2004). | Evaluación de Coliforme Termotolerantes (Fecales) | • Comparación con el ECA                       | Razón   |
|  |  | Evaluación de Escherichia coli                    | • Comparación con el ECA                       | Razón   |

Fuente: Elaboración propia

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA**

#### **3.1 Diseño metodológico**

##### **3.1.1 Tipo de investigación.**

Dependiendo del objetivo de la investigación que se va a realizar, podemos determinar el tipo de investigación al que corresponde. Esta labor debe realizarse antes de formular el plan de investigación, con el fin de tener bien definido lo que se piensa hacer y qué tipo de información se debe obtener, ya que este documento constituye una secuencia estructurada de fases y operaciones que se articulan en cadena. (Carrasco, 2017, pág. 43)

Según la intervención del investigador: observacional

Según la planificación de las mediciones: prospectivo

Según el número de mediciones de la variable de estudio: longitudinal

Según el número de variables analíticas: analítico

*Tipo de investigación:* investigación aplicada.

##### **3.1.2 Nivel de investigación.**

Siendo la producción de los nuevos conocimientos y la resolución de problemas críticos, acciones estratégicas, que en esencia representan el propósito fundamental de la investigación científica, deben realizarse guardando un cierto orden progresivo y escalonado. (Carrasco, 2017, pág. 41)

*Nivel de investigación:* descriptivo

### **3.1.3 Diseño.**

La diversidad y complejidad de los hechos y fenómenos de la realidad (social y natural) han conducido a diseñar y elaborar numerosas y variadas estrategias, para analizar y responder a los problemas de investigación según su propia naturaleza y características. Así, por ejemplo, tenemos: los diseños experimentales y los diseños no experimentales, ambos con igual importancia y trascendencia en el plano científico. (Carrasco, 2017, pág. 59)

*Diseño:* No experimental longitudinal descriptivo.

Es descriptivo porque el propósito del estudio fue dar las respuestas de las condiciones microbiológicas del agua de riego en épocas de estiaje del sector Carquín Chico, distrito de Hualmay, y longitudinal por el hecho que se realizaron dos medidas en el periodo de estiaje.

### **3.1.4 Enfoque.**

Dado el nivel de investigación presenta un enfoque cuantitativo, dado que se utilizarán las herramientas estadísticas en el procesamiento de la información.

## **3.2 Población y muestra**

### **3.2.1 Población.**

Es el conjunto de todos los elementos (unidades de análisis) que pertenecen al ámbito espacial donde se desarrolla el trabajo de investigación (Carrasco, 2017, pág. 236)

*Población:* carga microbiológica del agua de riego en Carquín Chico del distrito de Hualmay.

### **3.2.2 Muestra**

La muestra es una parte o fragmento representativo de la población, cuyas características son las de ser objetiva y reflejo fiel de ella, de tal manera que los resultados obtenidos en la muestra puedan generalizarse a todos los elementos que conforman dicha población. (Carrasco, 2017, pág. 237)

*Muestra:* monitoreos de análisis de coliformes fecales y escherichia coli en el agua de riego en Carquín Chico del distrito de Hualmay

### **3.3 Técnicas de recolección de datos**

De acuerdo a la naturaleza de las variables identificadas y a la naturaleza de la unidad de análisis, se utilizaron las siguientes técnicas:

#### ***Documentación***

Informes que corresponde al periodo de junio a setiembre de cada año, según la Autoridad Local del Agua de la Provincia de Huaura (ALA).

#### ***Observación.***

Fichas de observación para el acopio de datos in situ.

Instrumentos para el análisis microbiológico en el laboratorio utilizando el método de análisis de tubos múltiples para la determinación de coliformes fecales y escherichia coli.

### **3.4 Técnicas para el procesamiento de la información**

Al corresponder a un estudio comparativo con un único punto de monitoreo, estudio longitudinal con dos medidas y datos numéricos obtenidos de las variable, se utilizó el T de Student para muestra única para el procesamiento y análisis de éstos, que incorpora en sus recursos del SPSS para las tabulaciones y representaciones.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS

#### 4.1 Análisis de resultados

##### 4.1.1 Identificación del punto de muestreo.

Para la evaluación microbiológica del agua de riego en el periodo comprendido de julio a setiembre sea considerado un único punto de muestreo (Norte 11°04'40", Este 77°36'04"), siendo este punto el canal de donde abastece el agua de riego a Carquín Chico. En la tabla 4, se indica las coordenadas geográficas y la justificación de la elección del punto de muestreo, adicionalmente se indica la microlocalización a través de la imagen satelital indicada en la figura 2.

Tabla 4.

*Identificación del punto de muestreo para la evaluación microbiológica en el agua de riego en épocas de estiaje Carquín Chico*

| Punto de muestreo | Coordenadas UTM |           | Justificación   |
|-------------------|-----------------|-----------|---|
|                   | Este            | Norte     |   |
| Punto 1           | 77°36'04"       | 11°04'40" | Se ubica en la bocatoma del punto de ingreso de agua a los diversos terrenos de cultivo de Carquín Chico. Asimismo, es justificado por el hecho que agua abajo del punto de muestreo no hay evidencias de descargas de efluentes domiciliarios ni industriales. |

Fuente: Elaboracion propia



*Figura 2.* Microlocalización del punto de muestreo para la evaluación microbiológica en el agua de riego en épocas de estiaje Carquin Chico  
Fuente: Google Earth Pro

El punto de muestreo se encuentra ubicada en la bocatoma que distribuye el agua de riego a todo Carquín Chico, de Coordenada UTM Este 77°36'04" y Norte 11°04'40"

#### 4.1.2 Análisis coliforme termotolerantes (fecales).

De acuerdo a la información facilitada por la Autoridad Nacional del Agua mostradas en los anexos 4, 5 y 6; presentan dos puntos de monitoreo durante los años 2015, 2016 y 2017:

RHuau3 : Río Huaura, aguas abajo del puente de Huaura

RHuau4 : Río Huaura desembocando al océano pacífico

Con objeto de cumplir con los objetivos de la investigación, es necesario conocer la contaminación microbiológica del agua de riego en épocas de estiaje de Carquín Chico:

Para ello se recolectaron cuatro muestras cuyos informes de análisis microbiología se indica en los anexos 9, 10, 11, y 12, indicándose un resumen consolidado en la tabla 5.

Tabla 5.

*Resumen de análisis microbiológico de coliformes fecales en el punto de monitoreo.*

| Unidad             | Fecha de monitoreo año 2018 |         |         |         |      |
|--------------------|-----------------------------|---------|---------|---------|------|
|                    | 01 ago.                     | 15 ago. | 03 set. | 17 set. |      |
| Microbiológico     |                             |         |         |         |      |
| Coliformes fecales | NMP/100 ml                  | 2600    | 2800    | 3600    | 3500 |

Fuente: Informe de análisis microbiológico del agua N° 345, 375, 387 y 407 del Hospital Regional de Huacho

Los análisis microbiológicos de coliformes fecales dan resultados una tendencia creciente desde 2600 a 3600 NMP/100 ml., con un promedio de 3125 NMP/100 ml.

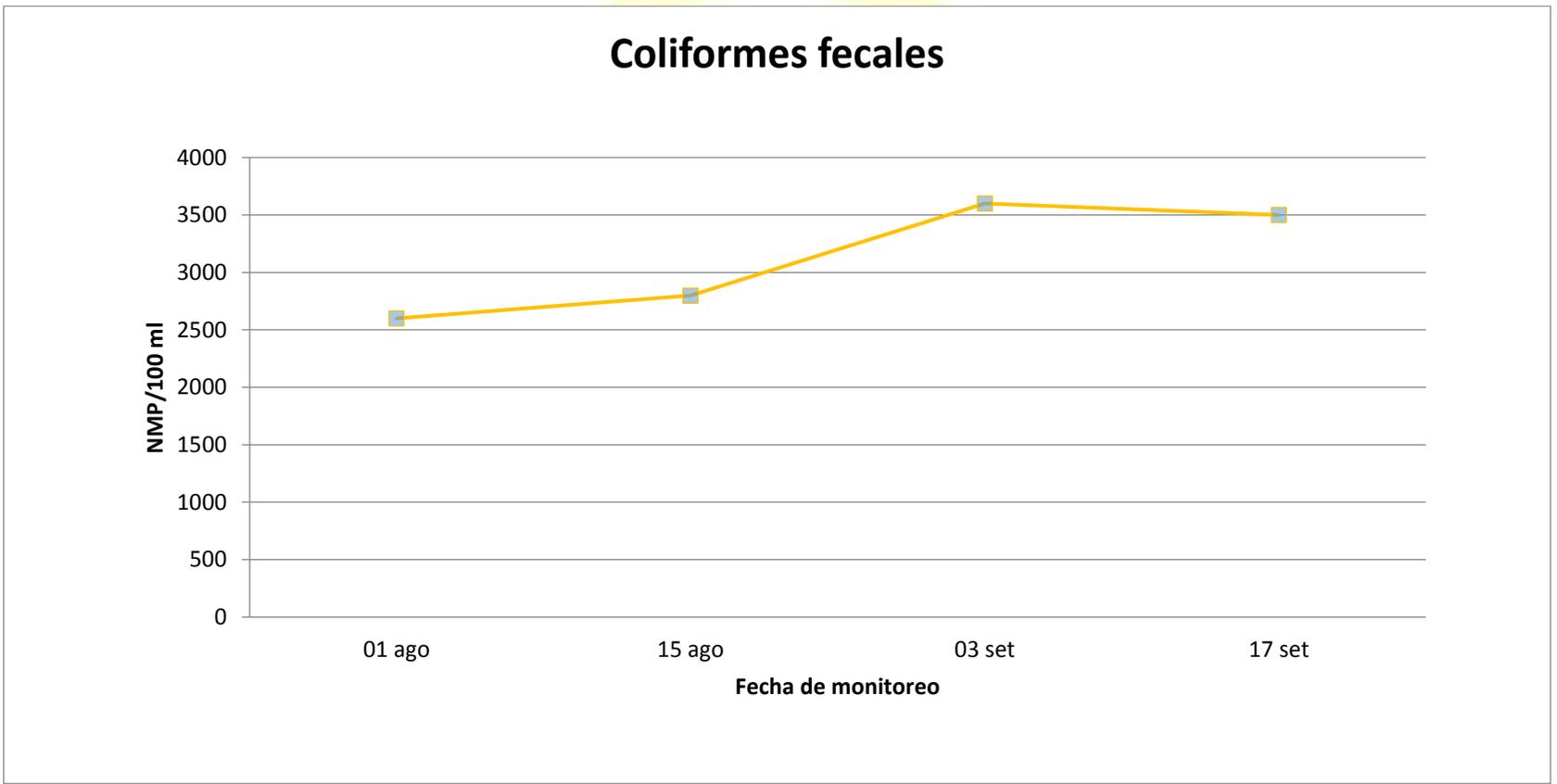


Figura 3. Resultados de coliformes fecales en el punto de monitoreo.

Fuente: Elaboración propia.

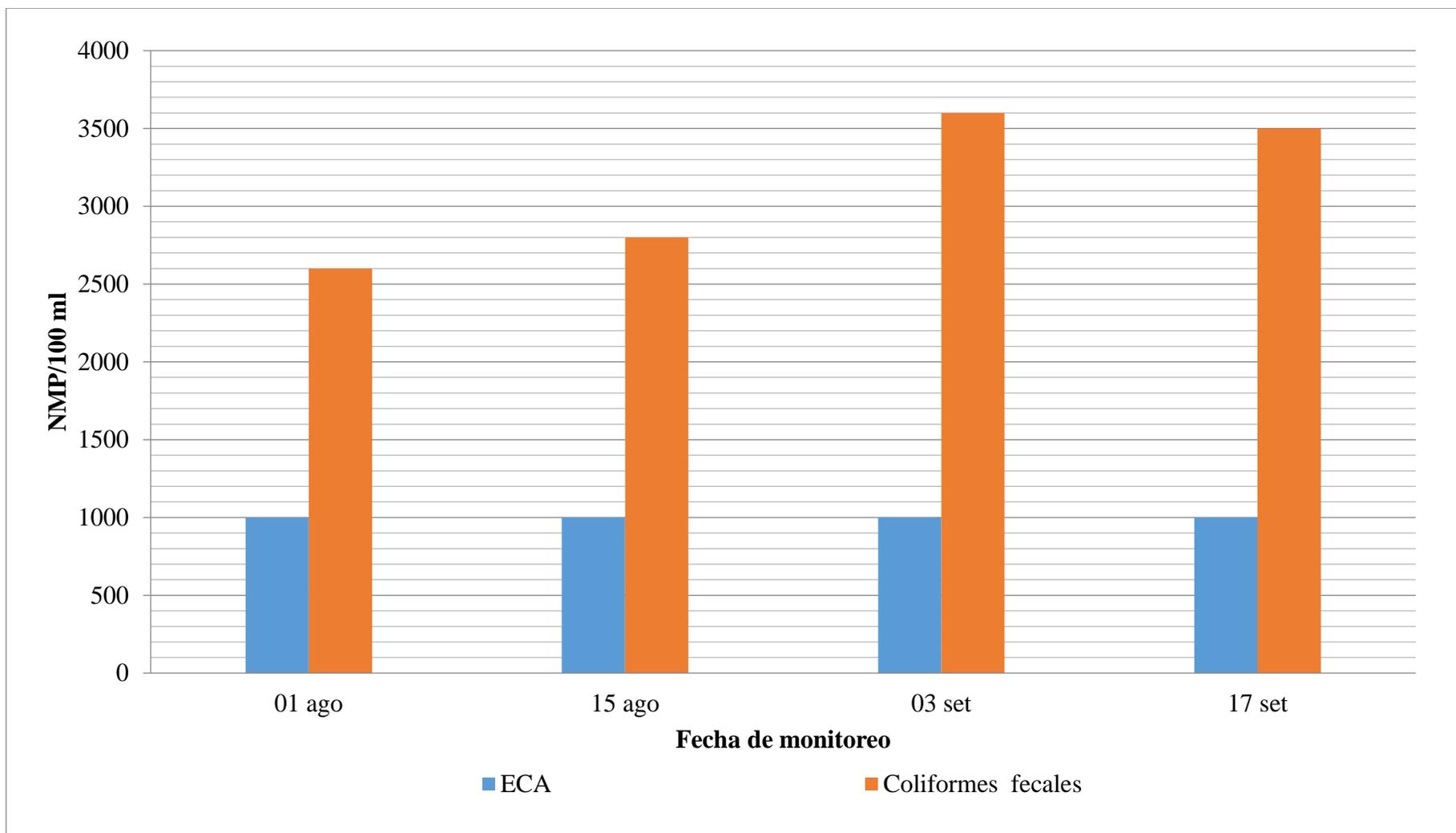


Figura 4. Comparación de estándares de calidad ambiental con los resultados de coliformes fecales

Fuente: Elaboración propia.

### 4.1.3 Análisis de escherichia coli.

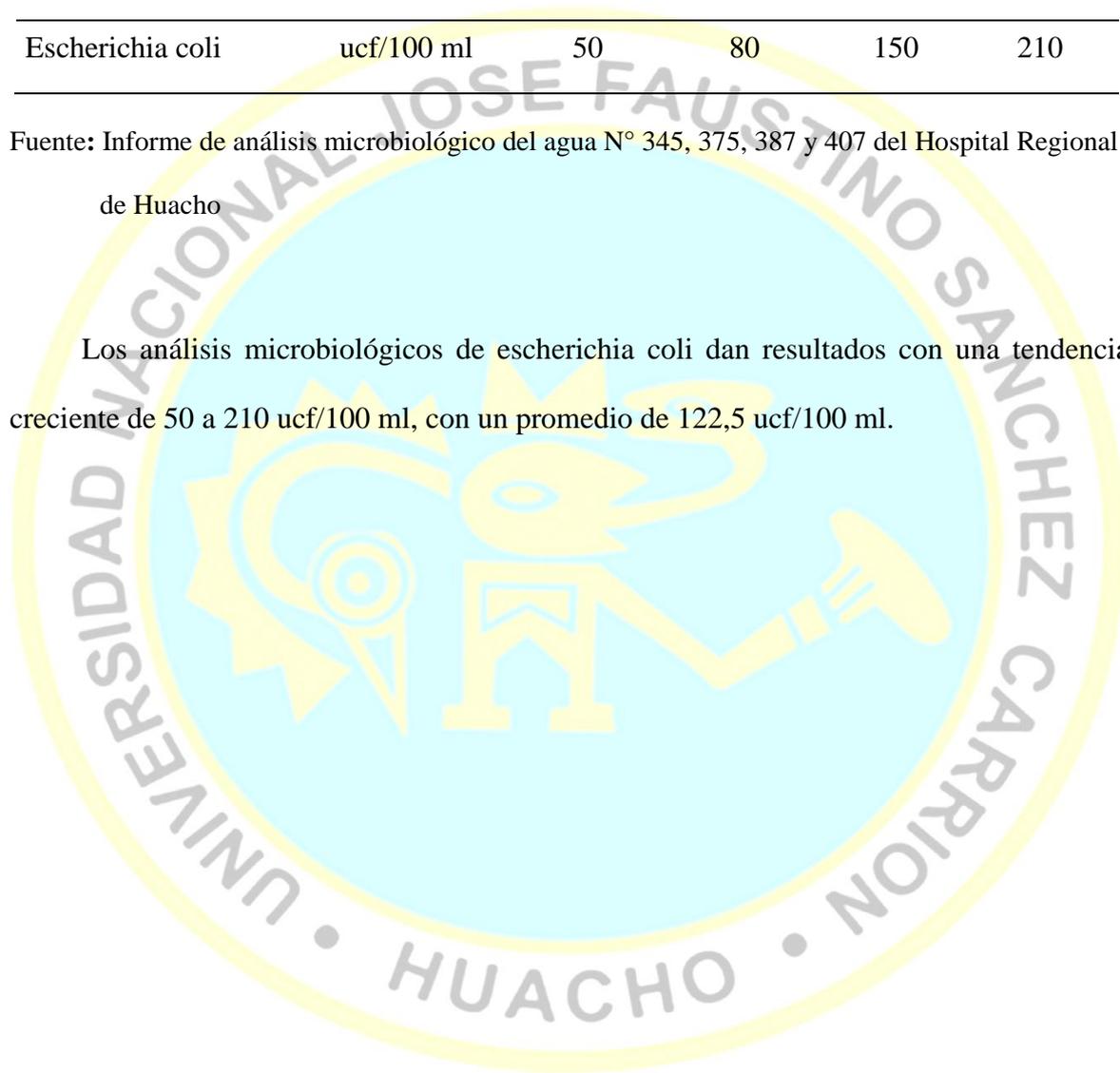
Tabla 6.

*Resumen de análisis microbiológico de escherichia coli en el punto de monitoreo.*

| Microbiológico   | Unidad     | Fecha de monitoreo año 2018 |         |         |         |
|------------------|------------|-----------------------------|---------|---------|---------|
|                  |            | 01 ago.                     | 15 ago. | 03 set. | 17 set. |
| Escherichia coli | ucf/100 ml | 50                          | 80      | 150     | 210     |

Fuente: Informe de análisis microbiológico del agua N° 345, 375, 387 y 407 del Hospital Regional de Huacho

Los análisis microbiológicos de escherichia coli dan resultados con una tendencia creciente de 50 a 210 ucf/100 ml, con un promedio de 122,5 ucf/100 ml.



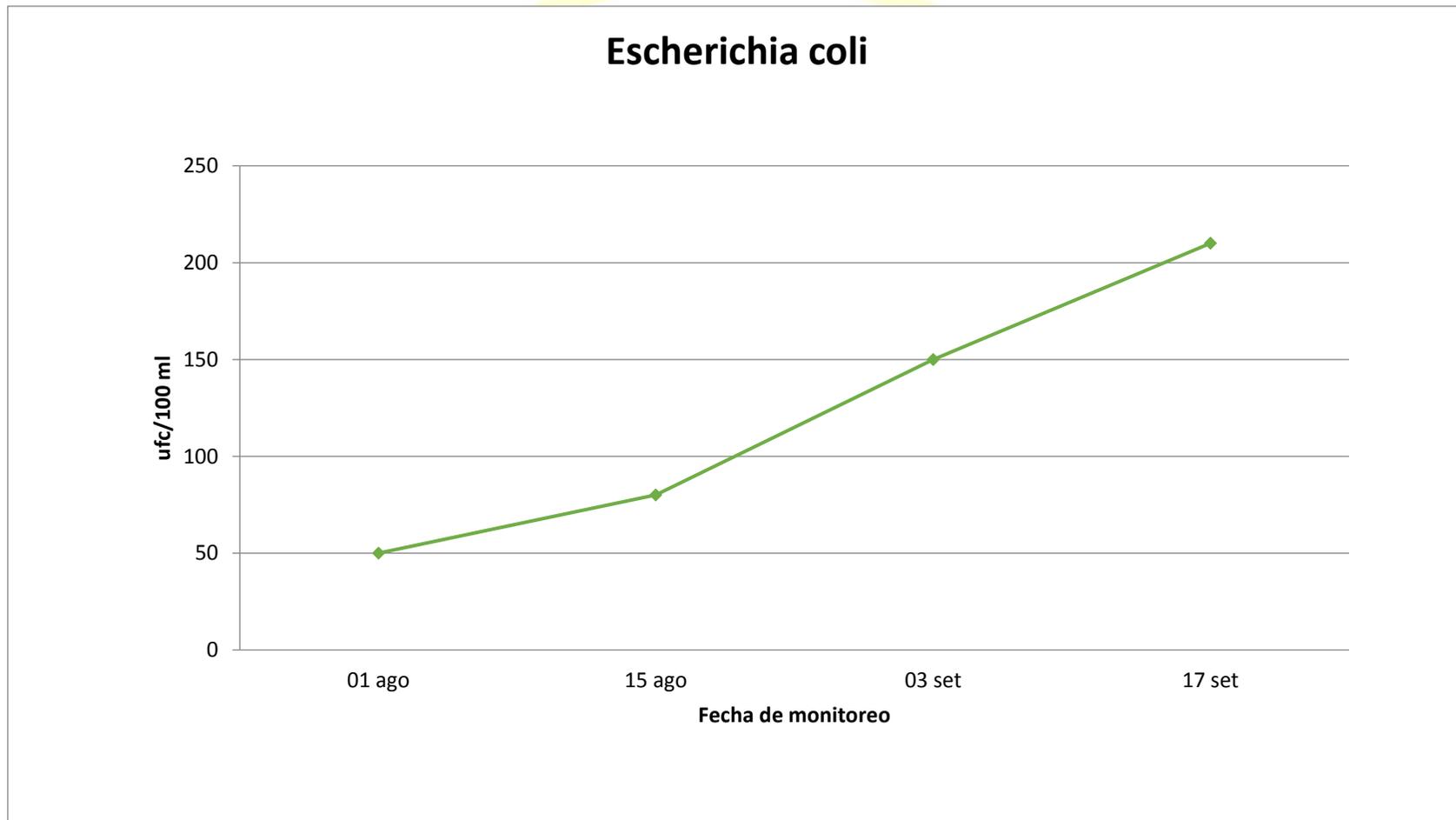


Figura 5. Resultados de escherichia coli en el punto de monitoreo.

Fuente: Elaboración propia.

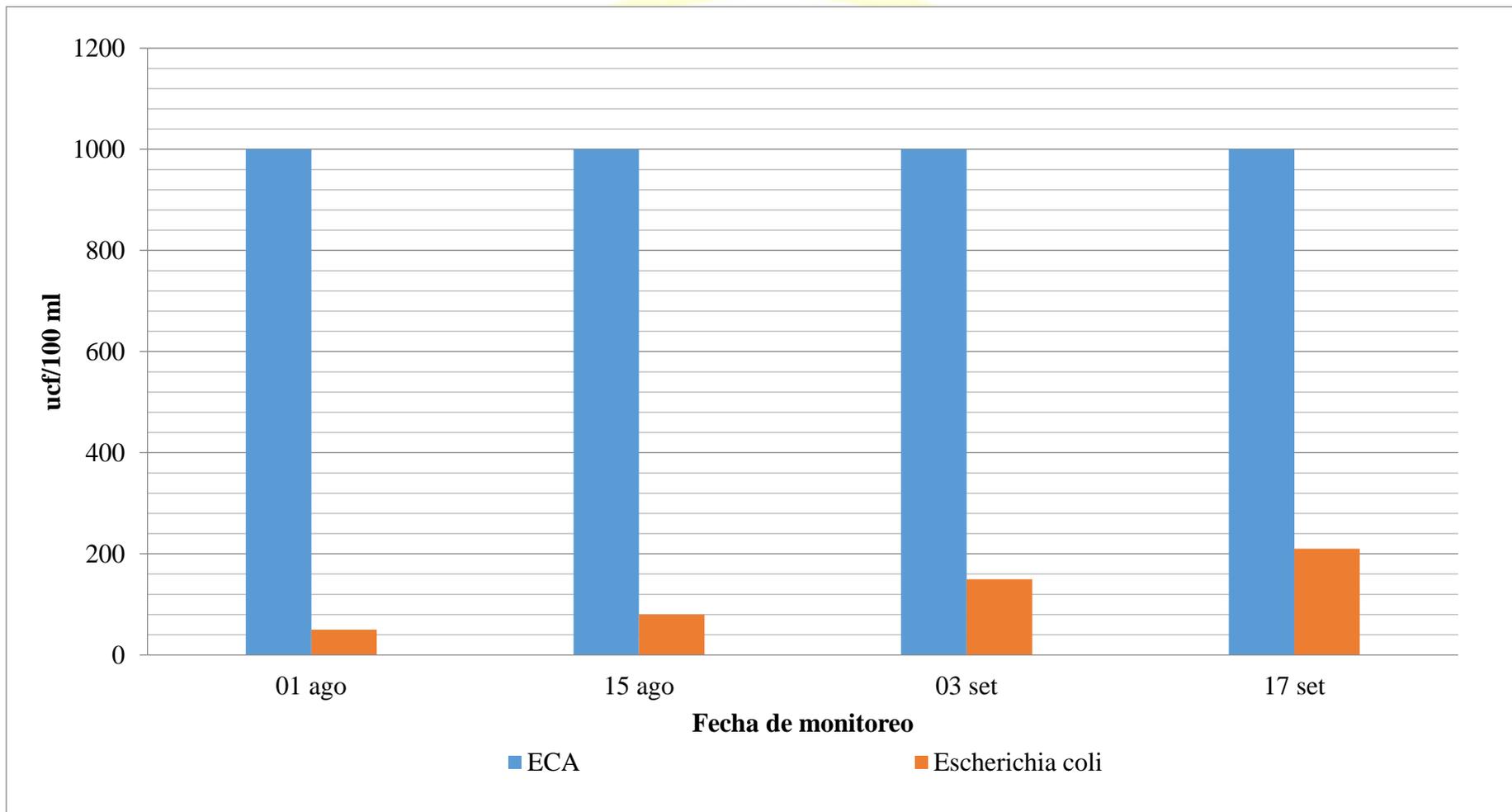


Figura 6. Comparación de estándares de calidad ambiental con los resultados de escherichia coli.

Fuente: Elaboración propia.

## 4.2 Contrastación de hipótesis

Considerando la legislación vigente anexo 3, se contrastan los resultados de coliformes termotolerantes y escherichia coli en las muestras respecto al D.S. N° 004-2017- MINAM. Donde se aprueban los estándares de calidad ambiental (ECA) para agua y establecen disposiciones complementarias. (MINAM, 2017)

### 4.2.1 Contraste de la hipótesis específica 1.

El punto de muestreo debe ser ubicado en la bocatoma de captación del agua de riego a Carquín Chico del río Huaura. Dato cualitativo nominal.

### 4.2.2 Contraste de la hipótesis específica 2.

#### a. Hipótesis del investigador:

Los coliformes termotolerantes contaminan significativamente el agua de riego en épocas de estiaje en Carquín Chico del distrito de Hualmay en el año 2018.

#### b. Redacción de la hipótesis:

$H_0$  : Los análisis de los coliformes termotolerantes es igual a 1000 NMP/100 ml en el agua de riego en épocas de estiaje en Carquín Chico del distrito de Hualmay en el año 2018.

$H_2$  : Los análisis de los coliformes termotolerantes es mayor a los 1000 NMP/100 ml en el agua de riego en épocas de estiaje en Carquín Chico del distrito de Hualmay en el año 2018.

#### c. Significancia.

Definimos el porcentaje de error:  $\alpha = 0,05 = 5\%$

#### d. Elección de la prueba estadística.

T de Student única muestra

**e. Lectura de p-valor.**

**Normalidad.**

Se realiza la prueba de normalidad de Shapiro Wilk para muestras pequeñas menores de 30. Tomándose los siguientes criterios para su determinación:

P-valor  $\geq 0,05$  aceptamos  $H_0$  = Los datos provienen de una distribución normal

P-valor  $< 0,05$  Aceptamos  $H_1$  = los datos no provienen de una distribución normal

Tabla 7.

*Resumen de estadística descriptiva de coliformes fecales*

| <b>Descriptivos<sup>a</sup></b>             |                       |              |
|---|-----------------------|--------------|
|   | Estadístico           | Error típ.   |
| Media                                       | 3125,00               | 249,583      |
| Intervalo de confianza para la media al 95% | Límite inferior       | 2330,72      |
|   | Límite superior       | 3919,28      |
| Media recortada al 5%                       | 3127,78               |              |
| Mediana                                     | 3150,00               |              |
| Varianza                                    | 249166,667            |              |
| Análisis                                    | Desv. típ.            | 499,166      |
|   | Mínimo                | 2600         |
|   | Máximo                | 3600         |
|   | Rango                 | 1000         |
|   | Amplitud intercuartil | 925          |
|   | Asimetría             | - ,103 1,014 |
|   | Curtosis              | -5,027 2,619 |

a. ECA es una constante y se ha desestimado.

Fuente: elaboración propia

Tabla 8

*Prueba de normalidad de los análisis de coliformes fecales*

|          | <b>Pruebas de normalidad<sup>a</sup></b> |    |      |              |    |       |
|----------|--|----|------|--------------|----|-------|
|          | Kolmogorov-Smirnov <sup>b</sup>          |    |      | Shapiro-Wilk |    |       |
|          | Estadístico                              | Gl | Sig. | Estadístico  | gl | Sig.  |
| ANÁLISIS | 0,274                                    | 4  | .    | 0,864        | 4  | 0,275 |

a. ECA es una constante y se ha desestimado.

b. Corrección de la significación de Lilliefors

Fuente: elaboración propia

Como p- valor  $0,275 \geq \alpha$ , donde  $\alpha = 0,05$ . Se acepta la hipótesis nula donde los datos de los análisis de coliformes fecales provienen de una distribución normal.

**f. Decisión estadística.**

Tabla 9.

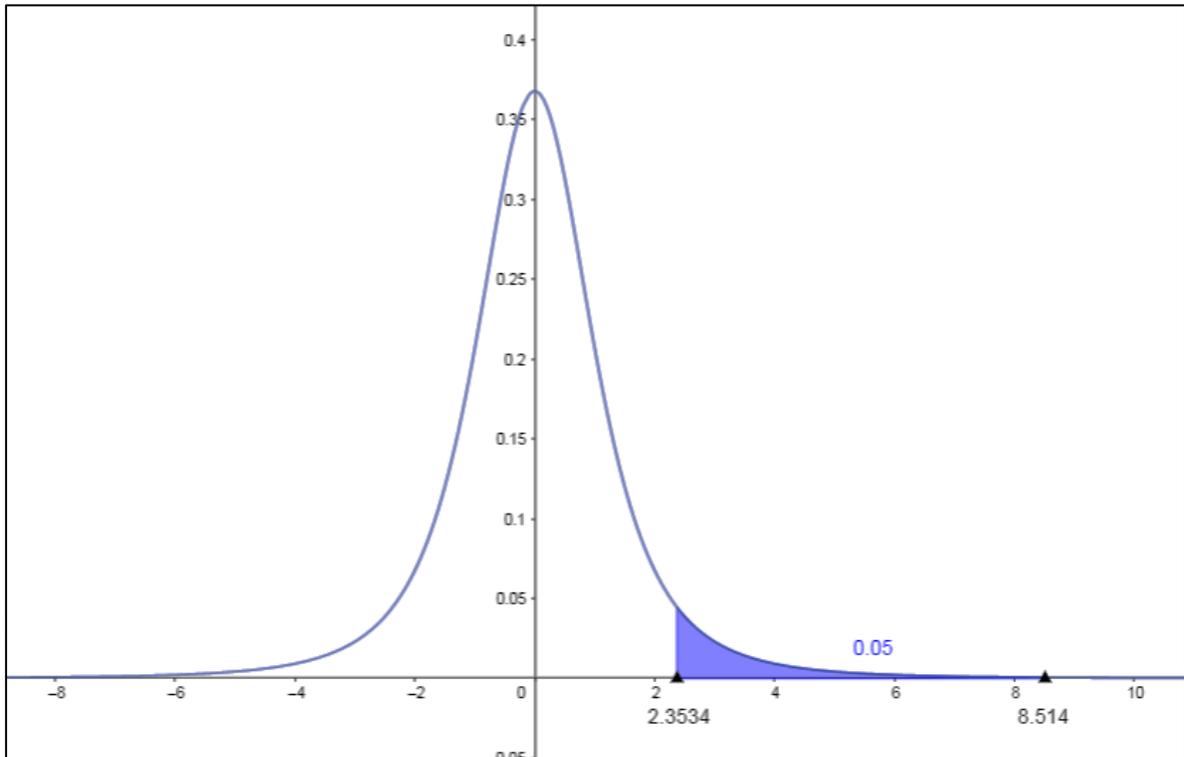
*Resumen de la prueba de T para muestras relacionadas – Coliformes Fecales*

|                          | <b>Prueba para una muestra</b> |   |    |       |                      |           |                       |   |          |
|--------------------------|--------------------------------|---|----|-------|----------------------|-----------|-----------------------|---|----------|
|                          | t                              | N | gl | Sig.  | Diferencia de medias | Desv. típ | Error típ de la media | 95% Intervalo de confianza para la diferencia |          |
|                          |                                |   |    |       |                      |           |                       | Inferior                                      | Superior |
| Coliforme termotolerante | 8,514                          | 4 | 3  | 0,003 | 2125,000             | 499,166   | 249,583               | 1330,72                                       | 2919,28  |

Fuente: elaboración propia

**g. T de Student de tablas.**

Calculando la T de Student de tablas:  $t = 2,3534$



*Figura 7.* Curva de t student para análisis de coliformes fecales

Fuente: elaboración propia

**h. Conclusiones.**

Se observa que nivel de significancia 0,003 calculado es menor al  $\alpha$  de 0,05 por lo cual los datos observados son estadísticamente significativos.

Dado que la t calculada 8,514 es mayor que 2,3534, se rechaza la hipótesis nula  $H_0$ .

Se tiene evidencia estadística suficiente para aceptar la hipótesis de que los análisis de los coliformes termotolerantes es mayor a los 1000 NMP/100 ml en el agua de riego en épocas de estiaje en Carquín Chico del distrito de Hualmay en el año 2018, a un nivel de significación del 5 %.

### 4.2.3 Contraste de la hipótesis específica 3.

#### a. Hipótesis del investigador:

Los escherichia coli no contaminan significativamente el agua de riego en épocas de estiaje en Carquín Chico del distrito de Hualmay en el año 2018.

#### b. Redacción de la hipótesis:

$H_0$  : Los análisis de escherichia coli es igual a 1000 ucf /100 ml en el agua de riego en épocas de estiaje en Carquín Chico del distrito de Hualmay en el año 2018.

$H_3$  : Los análisis de los escherichia coli es menor a los 1000 ucf /100 ml en el agua de riego en épocas de estiaje en Carquín Chico del distrito de Hualmay en el año 2018.

#### c. Significancia.

Definimos el porcentaje de error:  $\alpha = 0,05 = 5\%$

#### d. Elección de la prueba estadística.

T de Student única muestra

#### e. Lectura de p-valor.

##### Normalidad.

Se realiza la prueba de normalidad de Shapiro Wilk para muestras pequeñas menores de 30. Tomándose los siguientes criterios para su determinación:

P-valor  $\geq 0,05$  aceptamos  $H_0$  = Los datos provienen de una distribución normal

P-valor  $< 0,05$  Aceptamos  $H_1$  = los datos no provienen de una distribución normal

Tabla 10.

*Resumen de estadística descriptiva de escherichia coli*

**Descriptivos<sup>a</sup>**

|   | Estadístico     | Error típ. |
|---|-----------------|------------|
| Media                                       | 122,50          | 35,911     |
| Límite inferior                             | 8,22            |            |
| Intervalo de confianza para la media al 95% | Límite superior | 236,78     |
| Media recortada al 5%                       | 121,67          |            |
| Mediana                                     | 115,00          |            |
| Varianza                                    | 5158,333        |            |
| Desv. típ.                                  | 71,822          |            |
| Mínimo                                      | 50              |            |
| Máximo                                      | 210             |            |
| Rango                                       | 160             |            |
| Amplitud intercuartil                       | 138             |            |
| Asimetría                                   | ,419            | 1,014      |
| Curtosis                                    | -2,215          | 2,619      |

a. ECA es una constante y se ha desestimado.

Fuente: elaboración propia

Tabla 11.

*Prueba de normalidad de los análisis de escherichia coli*

|                  | Kolmogorov-Smirnov <sup>b</sup> |    |      | Shapiro-Wilk |    |       |
|------------------|---------------------------------|----|------|--------------|----|-------|
|                  | Estadístico                     | Gl | Sig. | Estadístico  | gl | Sig.  |
| Escherichia coli | 0,223                           | 4  | .    | 0,956        | 4  | 0,751 |

a. ECA es una constante y se ha desestimado.

b. Corrección de la significación de Lilliefors

Fuente: elaboración propia

Como p- valor  $0,751 \geq \alpha$ , donde  $\alpha = 0,05$ . Se acepta la hipótesis nula donde los datos de los análisis de escherichia coli provienen de una distribución normal.

**f. Decisión estadística.**

Tabla 12.

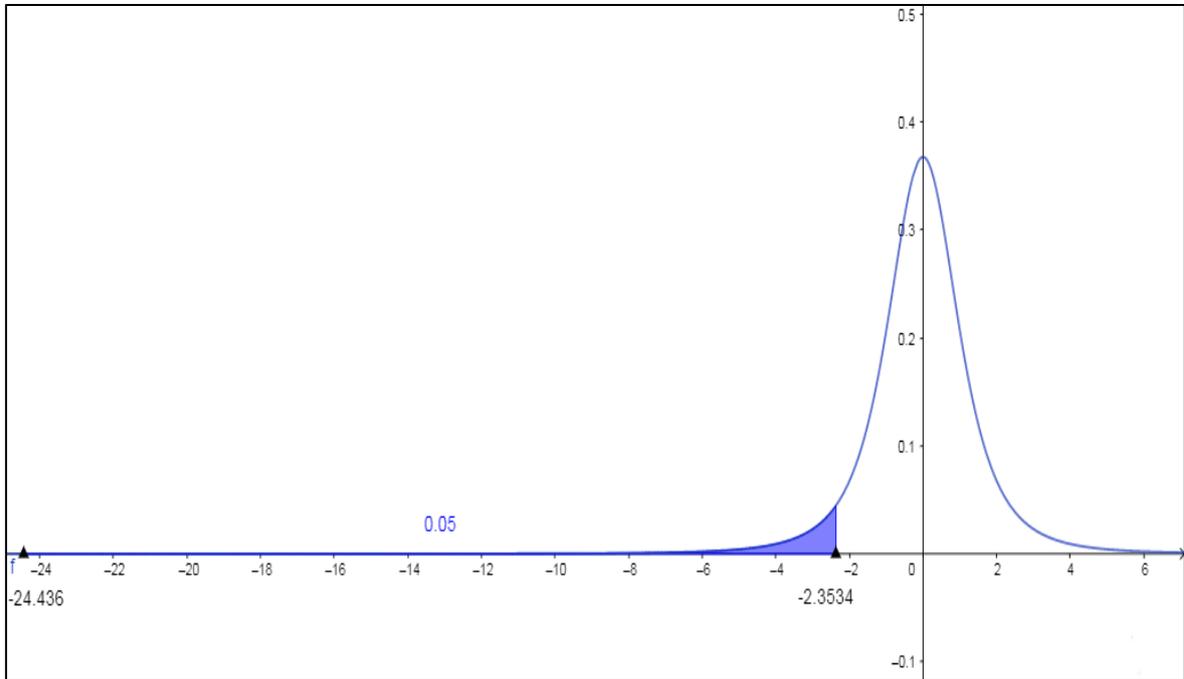
*Resumen de la prueba de T para muestras relacionadas – escherichia coli*

|                   | Prueba para una muestra |   |    |       |                             |              |                             |   |          |
|-------------------|-------------------------|---|----|-------|-----------------------------|--------------|-----------------------------|---|----------|
|                   | t                       | N | gl | Sig.  | Difere<br>ncia de<br>medias | Desv.<br>típ | Error<br>típ de la<br>media | 95% Intervalo de<br>confianza para la<br>diferencia |          |
|                   |                         |   |    |       |                             |              |                             | Inferior  | Superior |
| Eescherichia coli | -24,436                 | 4 | 3  | 0,000 | 122,50                      | 71,822       | 35,911                      | 9991,78   | 763,22   |

Fuente: elaboración propia

**g. T de Student de tablas.**

Calculando la t de student de tablas:  $t = -2,3534$



*Figura 8.* Curva de t student para análisis de Escherichia coli

Fuente: elaboración propia

**h. Conclusiones.**

Se observa que nivel de significancia 0,000 calculado es menor al  $\alpha$  de 0,05 por lo cual los datos observados son estadísticamente significativos.

Dado que la t calculada -24,436 es menor que -2,3534, se rechaza la hipótesis nula  $H_0$ .

Se tiene evidencia estadística suficiente para aceptar la hipótesis de que los análisis de los escherichia coli es menor a los 1000 ucf /100 ml en el agua de riego en épocas de estiaje en Carquín Chico del distrito de Hualmay en el año 2018, a un nivel de significación del 5 %.

## CAPÍTULO V

### DISCUSIÓN

#### 5.1 Discusión de resultados

Respecto a Quispe (2015), Universidad Mayor de San Andrés de Bolivia, en su tesis *evaluación microbiológica y parasitológica en la producción de diferentes cultivos con riego de aguas residuales provenientes del Río Jillusaya en la estación experimental de Cota Cota*, identificó una contaminación microbiológica elevada sobrepasando los límites permisibles, cuantificando los coliformes fecales en  $7,5 \times 10^6$  NMP/100ml. Siendo muy superior al resultado máximo obtenido de 3600 NMP/100 ml en Carquín Chico en épocas de estiaje.

Respecto a Bautista (2012). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador, en su tesis de grado, *estudio de la calidad del agua de la cuenca del río chambi en época de estiaje*, analiza la calidad del agua en toda la cuenca comprobando que la contaminación de los diferentes ríos en época de lluvia disminuye debido a que aumenta el caudal provocando una dilución de la misma en esta época del año. Muy por el contrario de lo observado en los resultado del análisis al monitoreo participativo de la calidad del agua superficial en la cuenca del río Huaura años 2015, 2016 y 2017 mostradas en el anexo.

Respecto a Sabio (2000), Universidad Zamorano, Honduras en su tesis *evaluación de la calidad y la cantidad de agua de la microcuenca el Cipriano en Güinope, Honduras*, detectaron los coliformes fecales muy por encima del máximo permisible para agua potable concluyendo que los valores más altos de estos parámetros se presentaron en la época de

mayor intensidad y frecuencia de precipitación y que la presencia de asentamientos humanos a orillas de la quebrada, afecta en forma significativa la calidad del agua por la descarga de aguas servidas y desperdicios de todo tipo dentro del cauce. Hecho que se asemeja a la cuenca del río Huaura que abastece a Carquín Chico en épocas de estiaje.

Respecto a Vélez & Ortega (2013), Universidad de Cuenca. Ecuador, en su tesis, *determinación de coliformes totales y E. coli en muestras de lechuga expandidas en cuatro mercados de la ciudad de Cuenca*, concluye que solo el 1% de las muestras estuvo contaminada con niveles aceptables de coliformes totales ( $>10^4$  UCF/g) y el 6,25% con niveles no aceptables de E. coli ( $>10^2$  UCF/g) afirmando de que si la contaminación no es controlada a través de buenas prácticas de higiene toda su cadena alimentaria, estos microorganismos podrían proliferar rápidamente hacia niveles no tolerables. Análogamente los resultados del monitoreo en Carquín Chico en épocas de estiaje evidencian éste problema potencial.

Respecto a Terrones & Herrera (2015), Universidad Nacional del Callao, Lima en su tesis *calidad del agua en la cuenca baja del río Chillón en época de estiaje y riego por el uso directo en riego agrícola*, concluye que en época de estiaje la calidad del agua en la cuenca baja del río Chillón es de mala calidad y no apta para el riego de vegetales y bebida de animales. Encontrado un nivel de contaminación muy alto en toda el área de estudio a consecuencia de la alta contaminación aguas arriba del río. Análogamente los resultados del monitoreo en Carquín Chico en épocas de estiaje se encuentran contaminados principalmente por coliformes fecales.

Respecto a Fajardo (2018), Universidad Nacional de San Marcos. Lima, en su tesis: *evaluación de la calidad microbiológica y fisicoquímica de las aguas en el área regional humedades de Ventanilla, región callao, Perú*. Concluyo que las zonas de mayor riesgo de contaminación microbiológica son más intensa en las estaciones cercanas a asentamientos

humanos. Análogamente los resultados del monitoreo en Carquín Chico en épocas de estiaje se encuentran contaminados principalmente por actividades humanas e industriales aguas arriba.

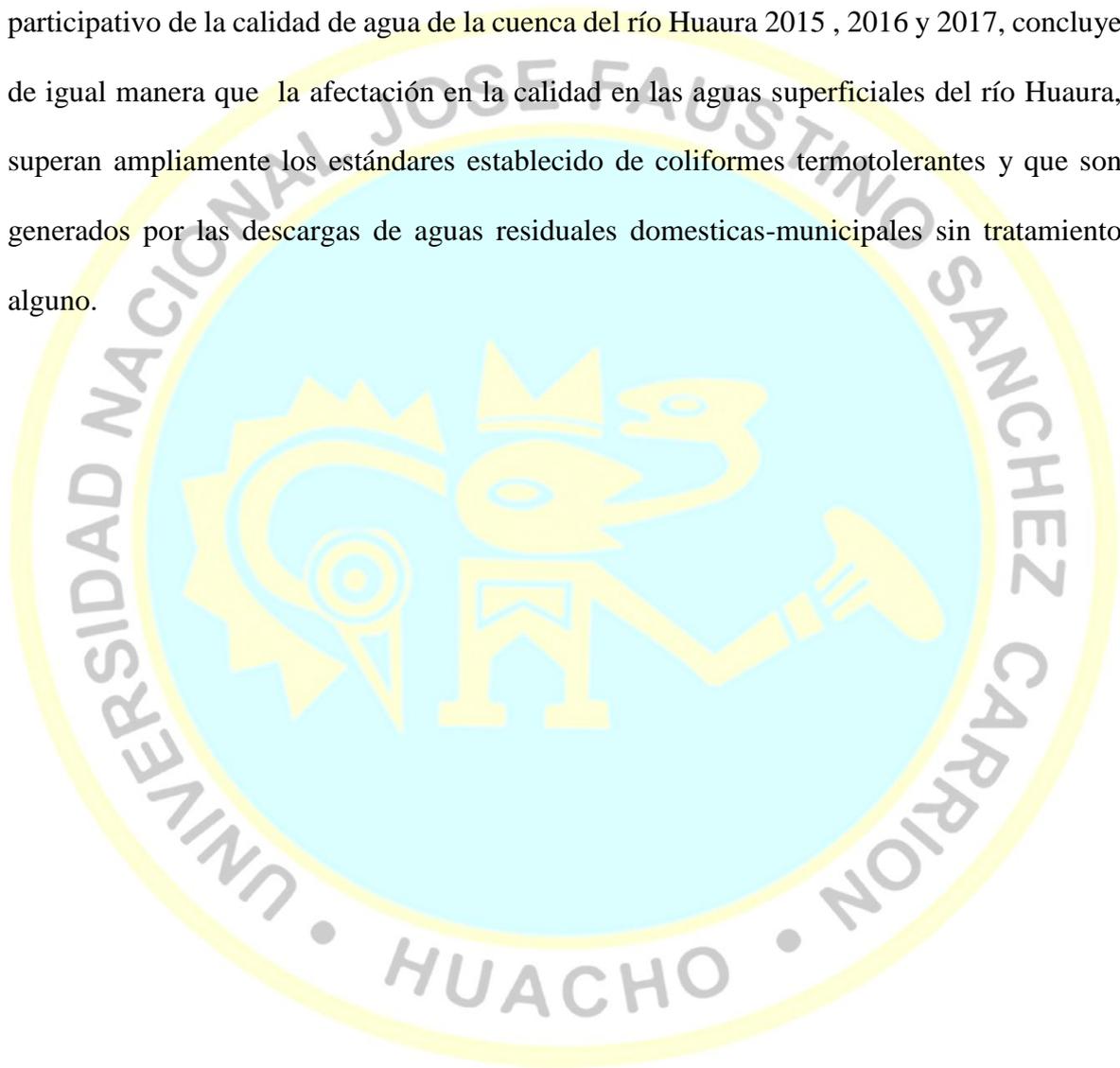
Respecto a Gil, Espinoza & Malpica (2011), Universidad de Venezuela, en la revista de la Facultad Agronómica (UCV) publica el artículo *evaluación microbiológica de las aguas de riego de la zona agrícola de Barbacoas, estado Aragua*, concluye la evidencia de un alto grado de contaminación de las aguas en coliformes totales y fecales, E. coli, protozoarios y huevos de helmintos, afirmando que las clasifica como no aptas para ser usadas como agua de riego y mucho menos como uso recreacional. Análogamente los resultados del monitoreo en Carquín Chico en épocas de estiaje se encuentran contaminadas por coliformes fecales.

Respecto a Gonzáles & Chiroles (2010), Instituto Nacional de Higiene, Epidemiología y Microbiología (INHEM). La Habana. Cuba. En la revista cubana de salud pública, *uso seguro y riesgos microbiológicos del agua residual para la agricultura*, concluye que las aguas residuales son un recurso valioso que debe utilizarse sin limitaciones siempre y cuando se tomen las medidas necesarias para proteger la salud y el ambiente. Lo que justifica el estudio en Carquín Chico para eliminar y/o reducir a niveles aceptables los contaminantes microbiológicos del agua de riego.

Respecto al Ministerio de Agricultura. (1992), en su proyecto nacional de mejoramiento de riego y drenaje Pronardret, *diagnóstico del aprovechamiento de las aguas servidas en la ciudad de Lima y alrededores*, concluye que el déficit de agua para riego en los últimos años y la expansión urbana han creado problemas en la red principal de riego, siendo las aguas servidas captadas y usadas en el riego de hortalizas, manifestando que ningún organismo del Estado hace cumplir las normas legales sobre el uso indebido de las aguas servidas en los sectores agrícola. En éste contexto, el estudio pretende sensibilizar a

los diferentes sectores involucrados con el fin de garantizar en el tiempo productos agrícolas inocuas para el consumo humano.

Respecto a la Autoridad Nacional del Agua (2016), informe técnico N° 002-2016-ANA-AAA.CF-ALA H/KHR, informe técnico N° 027-2016-ANA-AAA.CF-ALA H/KHR e informe técnico N° 066-2017-ANA-AAA.CF-ALA H/KHR de resultados del monitoreo participativo de la calidad de agua de la cuenca del río Huaura 2015 , 2016 y 2017, concluye de igual manera que la afectación en la calidad en las aguas superficiales del río Huaura, superan ampliamente los estándares establecido de coliformes termotolerantes y que son generados por las descargas de aguas residuales domesticas-municipales sin tratamiento alguno.



## **CAPÍTULO VI**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **6.1 Conclusiones**

- El punto de muestreo se ubica apropiadamente posterior a la bocatoma o captación del río Huaura de ingreso a Carquín Chico del distrito de Hualmay, 2018.
- Los análisis de los coliformes termotolerantes son significativos y por tanto a partir de estos datos podemos afirmar que con un nivel de confianza del 95 % ( $\alpha= 5\%$ ) éstos superan significativamente el estándar de calidad ambiental de 1000 NMP/100 ml en el agua de riego en épocas de estiaje en Carquín Chico del distrito de Hualmay en el año 2018.
- Los análisis de escherichia coli son significativos y por tanto a partir de estos datos podemos afirmar que con un nivel de confianza del 95 % ( $\alpha= 5\%$ ) éstos no superan (presencia) el estándar de calidad ambiental de 1000 ucf/100 ml en el agua de riego en épocas de estiaje en Carquín Chico del distrito de Hualmay en el año 2018.

#### **6.2 Recomendaciones**

- Debe priorizarse la reducción de los contaminantes en la fuente de generación, en tal sentido se recomienda mayor control en la descarga de los contaminantes de los efluentes de las actividades comerciales, industriales y agroindustriales que descargan en toda la cuenca del río Huaura.
- Con el objeto de mejorar la inocuidad de los productos de tallo corto cultivados en Carquín Chico, se recomienda el desvío de los efluentes del distrito de Huaura aguas abajo de la bocatoma o captación del agua del río Huaura a Carquín Chico.

- Con el objeto de asegurar la inocuidad de los productos cultivados en Carquín Chico se recomienda dar las facilidades a través de la asociación de regantes para la sustitución de los cultivos de tallo corto por cultivos de tallo alto, evitando así el contacto de las aguas con el producto, augurando su inocuidad a los consumidores.
- En todos los casos, de tratarse de cultivos de tallo corto y alto, con el propósito de eliminar los focos de contaminación microbiológica se recomienda que el Ministerio de Salud, a través de DIGESA, monitoree y evalúe los productos agrícolas producidos en Carquín Chico antes de su acopio a los mercados de consumo.



## REFERENCIAS

### 7.1 Fuentes documentales

Bautista, V. (2012). *Estudio de la Calidad del agua de la Cuenca del Río Chambi en época de estiaje*. Recuperado el 03 de Abril de 2018, de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/3221>

Fajardo, N. (2018). *Evaluación de la calidad microbiológica y fisicoquímica de las aguas en el Área de Conservación Regional Humedales de Ventanilla, región Callao, Perú*. Tesis de grado, Universidad Nacional de San Marcos, Lima. Recuperado el 25 de Noviembre de 2018, de [http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/cybertesis/7738/Fajardo\\_vn.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/cybertesis/7738/Fajardo_vn.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Quispe, M. (2015). *Evaluación microbiológica y parasitológica en la producción de diferentes cultivos con riego de aguas residuales provenientes del Río Jillusaya en la Estación Experimental Cota Cota*. Tesis de Grado, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia. Recuperado el 03 de Abril de 2018, de <http://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/13408/TM-2436.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Sabio, I. (2000). *Evaluación de la Calidad y la cantidad de agua de la Microcuenca El Cipriano en Gabio Güinope, Honduras*. Tesis de Grado, Universidad Zamorano, Güinope. Recuperado el 08 de Abril de 2018, de <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/2591/1/T1221.pdf>

Terrones, A., & Herrera, C. (2015). *Calidad del agua en la cuenca baja del Río Chillón en época de estiaje y riego por el uso directo en riego agrícola*. Tesis de Grado,

Universidad Nacional del Callao, Lima. Recuperado el 04 de Abril de 2018, de <http://repositorio.unac.edu.pe/handle/UNAC/1480>

Vélez, A., & Ortega, J. (2013). *Determinación de Coliformes Totales y E. Coli en muestras de lechuga expandidas en cuatro mercados de la ciudad de Cuenca*. Tesis de Grado, Universidad de Cuenca, Cuenca. Recuperado el 12 de Mayo de 2018, de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/4301/1/TESIS.pdf>

## 7.2 Fuentes bibliográficas

Carrasco, S. (2017). *Metodología de la Investigación Científica* (13 ed.). Lima, Perú: San Marcor E.I.R.L.

Fernandez, M., Alcántara, A., & García, M. (2001). *Transmisión Fecohídrica y Virus de la Hepatitis A. Higiene y Sanidad Ambiental* (Vol. 1). Granada.

Ideas Books. (1998). *Biblioteca de la Agricultura* (2 ed.). Barcelona, España: Lexus.

Pascual, M. (2005). *Enfermedades de origen alimentario: su prevención*. España: Ediciones Díaz Santos.

Pascual, M., & Calderón, V. (1999). *Microbiología alimentaria: Metodología Analítica para Alimentos y Bebidas* (2da ed.). España: Ediciones Díaz de Santos.

Prescott, L., Harley, J., & Klein, D. (2004). *Microbiología* (5ta ed.). Madrid: Mc Graw-Hill/Interamericana.

Prieto, C. (2004). *El agua, sus formas, efectos, abastecimiento, usos, daños, control y conservación* (2° ed.). Bogota: Eco ediciones.

Romero, J. (2005). *Calidad del agua*. Colombia.

Romero, R. (2007). *Microbiología y Parasitología humana. Bases etiológicas de las enfermedades infecciosas y parasitarias* (3 ed.). Mexico: Médica Panamericana.

Valenzuela, L. (1995). Evaluación microbiológica en sistemas de tratamiento para agua residuales. 142. Bolivia.

### 7.3 Fuentes hemerográficas

ANA. (2016). Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA. *Protocolo Nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales*, 86. Lima, Perú: Gráfica industrial Alarcón S.R.L.

ANA. (2016). *Resultado del monitoreo participativo de la calidad de agua de la cuenca del río Huaura - 2015*. Informe Técnico N° 002-2016-ANA-AAA.C-ALA H/KHR, Lima, Huaura.

ANA. (2016). *Resultado del monitoreo participativo de la calidad de los recursos superficiales en la cuenca del río Huaura - 2016*. Informe técnico N° 027-2016-ANA-AAA.C-ALA H/KHR, Lima, Huaura.

ANA. (2017). *Resultado de monitoreo de la calidad del agua superficial en la cuenca de río Huaura - 2017*. Informe técnico N° 066-2017 -ANA-AAA.CF.-ALA H/KHR, Lima, Huaura.

ANA. (2018). Carta N° 260-201/-ANA-AAA.CF.-ALA.H. Huacho, Perú.

DIRESA. (2018). Informe de análisis microbiológico de agua. Huacho.

FAO. (1985). *Water quality for agriculture. Irr. and Drain*. Paper N° 29, Roma.

FDA. (1998). Guía para reducir al mínimo el riesgo microbiano en los alimentos para frutas y hortalizas frescas. *Directivas para la industria*, 48. USA: GAPS Distribución.

- García, L., & Iannaccone, J. (2014). Pseudomonas aeruginosa un indicador complementario de la calidad de agua potable: Análisis bibliográfico a nivel de sudamérica. *The Biologist*, 12(1). Recuperado el 24 de Octubre de 2018, de <https://es.scribd.com/document/327306402/Dialnet-PseudomonasAeruginosaUnIndicadorComplementarioDeLa-4755797-pdf>
- Gil, P., Espinoza, Y., & Malpica, L. (2011). Evaluación microbiológica de las agua de riego de la zona agrícola de Barbacoas, estado Aragua. *Revista Facultad Agronomía (UCV)*, 37(1), 19-26.
- González, M., & Chiroles, S. (2010). Uso seguro y riesgos microbiológicos del agua residual para la agricultura. *Revista Cubana de Salud Pública*, 37(1), 61-73.
- Instituto Nacional de Salud. (2011). Manual de Instrucciones para la toma, preservación y transporte de muestras de agua de consumo humano para análisis de laboratorio. Colombia.
- MINAM. (7 de Junio de 2017). *Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM. Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua y establecen disposiciones complementarias*. Lima, Perú.
- Ministerio de Agricultura. (1992). Proyecto Nacional del Mejoramiento de Riego y Drenaje Pronardret. *Diagnóstico del uso de las aguas servidas con fines de riego de la Ciudad de Lima y alrededores*. Lima, Perú.
- Moreno, J. (1996). *Análisis y calidad del agua para el riego*. Valencia: Servicios de publicaciones Universidad Politécnica de Valencia.
- OMS. (1989). *Directrices Sanitarias sobre el uso de aguas en agricultura y acuicultura*. Informe Técnico 778.

Ortega, F., & Orellana, R. (2007). El riego con aguas de mala calidad en la agricultura urbana. Aspecto a considerar. II Aguas residuales urbanas. *Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 16(3), 27. Recuperado el 03 de Abril de 2018, de <http://www.redalyc.org/pdf/932/93216306.pdf>

Varas, E. (2003). Contaminación de las aguas de riego. *Informativo de INIA*(9).

Venegas, M. (Mayo de 2001). Sistemas integrados de tratamiento y uso de aguas residuales en America Latina. 88. Tolima, Colombia: IDCR-OPS/CEPIS.

Villacorta, S., Chira, J., Ochoa, M., Sánchez, M., Pari, W., & Valencia, M. (2010). Estudio Geoambiental de la Cuenca del Río Huaura. *Boletín Geodinámica e Ingeniería Geológica*(41). Lima, Perú. Obtenido de <https://es.calameo.com/read/0008201291949537a503a>

#### **7.4 Fuentes electrónicas**

Agencia de Medio Ambiente. (Diciembre de 1998). Metodología para la evaluación aproximada de la carga contaminante. La Habana, Cuba. Recuperado el 12 de agosto de 2018, de <file:///C:/Users/JHON%20OBISPO/Downloads/cargaorgmetodol.pdf>

Micro de los alimentos. (27 de Octubre de 2008). *Coliformes Totales y Fecales*. Recuperado el 13 de Abril de 2018, de Micro de los Alimentos : <http://mikroalimentos.blogspot.pe/2008/10/coliformes-totales-y-fecales.html>

Secretaría de protección civil del estado de Veracruz. (2013). Recomendaciones y medidas preventivas de protección ciivil. Veracruz, Mexico. Recuperado el 15 de noviembre de 2018, de [http://www.proteccioncivil.gob.mx/work/models/ProteccionCivil/swbcalendario\\_ElementoSeccion/722/RECOM...\\_TEMP.\\_DE\\_ESTIAJE.PDF](http://www.proteccioncivil.gob.mx/work/models/ProteccionCivil/swbcalendario_ElementoSeccion/722/RECOM..._TEMP._DE_ESTIAJE.PDF)

wikipedia. (10 de febrero de 2016). *Río*. Recuperado el 15 de Agosto de 2018, de <https://es.wikipedia.org/wiki/R%C3%ADo>

Yee-Batista, C. (2013). 70% de las aguas residuales de la región no son tratadas. *Banco Mundial BIRF -AIF*. Recuperado el 02 de Abril de 2018, de <http://www.bancomundial.org/es/news/feature/2014/01/02/rios-de-latinoamerica-contaminados>





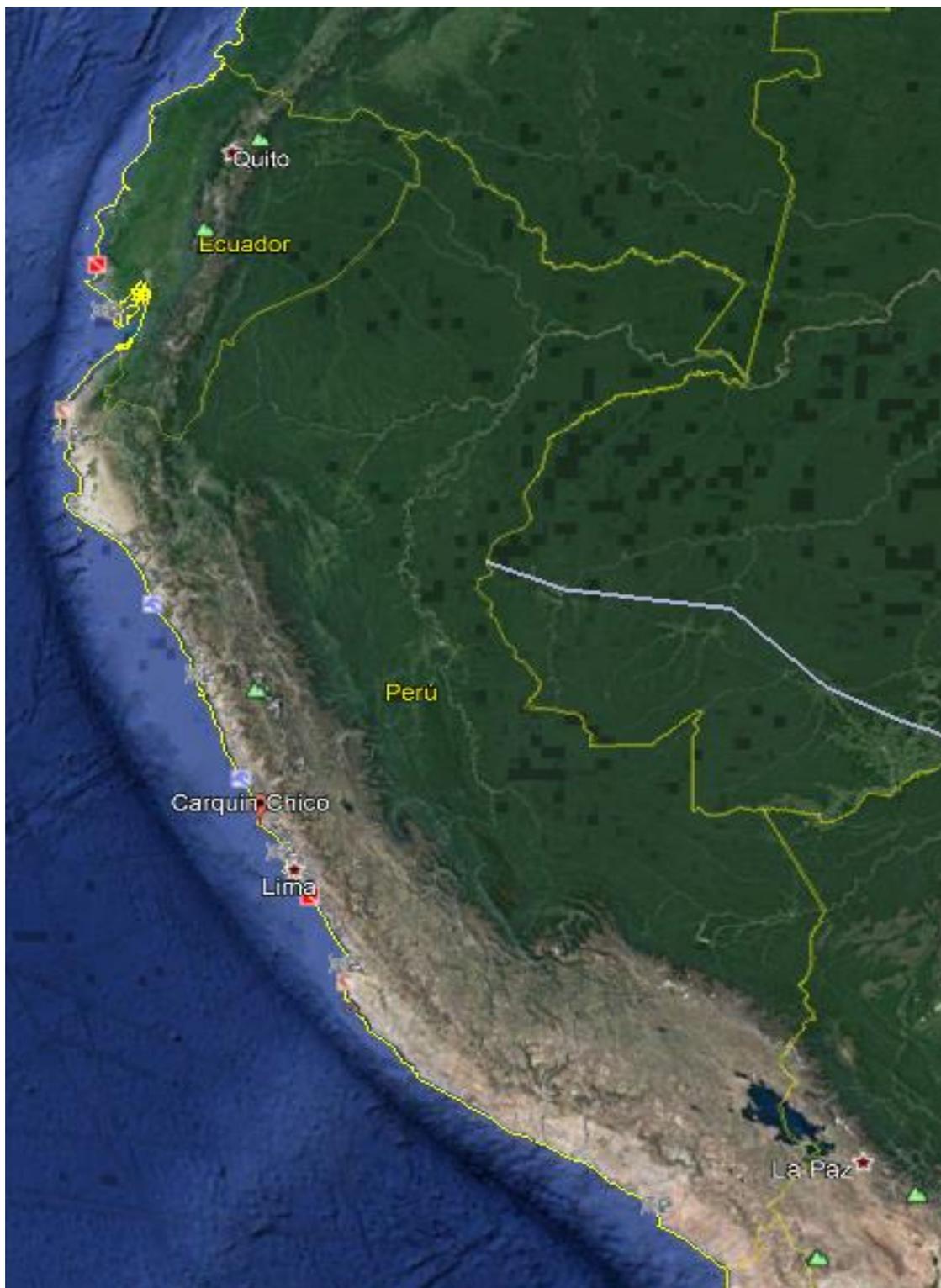
## Anexo 1. Matriz de Consistencia

### Evaluación microbiológica del agua de riego en época de estiaje en Carquín Chico, distrito de Hualmay – 2018

| Problema  | Objetivo  | Hipótesis   | Variable | Operacionalización de variables                   |  |         | Métodos y técnicas   |
|---|---|---|----------|---|--|---------|--|
|   |   |   |          | Dimensión   | Indicadores                                  | Escala  |  |
| <b>PROBLEMA GENERAL</b><br>¿En qué medida se encuentra la contaminación microbiológica del agua de riego en épocas de estiaje en Carquín Chico, distrito de Hualmay, 2018?              | <b>OBJETIVO GENERAL</b><br>• Realizar la evaluación microbiológica del agua de riego en épocas de estiaje en Carquín Chico, distrito de Hualmay, 2018.                          | <b>HIPÓTESIS GENERAL</b><br>• La contaminación microbiológicamente es significativa en el agua de riego en épocas de estiaje en Carquín Chico, distrito de Hualmay, 2018. | V1       | Distribución                                      | Punto de monitoreo del agua de riego.        | Nominal | <b>TIPO DE INVESTIGACIÓN</b><br>Descriptivo longitudinal<br>Aplicada<br><b>POBLACIÓN Y MUESTRA</b><br>• <b>Población</b><br>Carga microbiológica del agua de riego en Carquín Chico del distrito de Hualmay<br>• <b>Muestra.</b><br>Monitoreos de análisis de coliformes fecales y escherichia coli en el agua de riego en Carquín Chico del distrito de Hualmay<br><b>PROCEDIMIENTO</b><br>• Recopilación bases teóricas.<br>• Identificación punto de evaluación.<br>• Análisis microbiología<br>• Evaluación microbiológica |
| <b>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</b><br>¿Dónde deberá realizarse el muestreo para el análisis microbiológico del agua de riego en época de estiaje en Carquín Chico, distrito de Hualmay, 2018? | <b>OBJETIVOS ESPECÍFICO</b><br>• Ubicar el punto de muestreo para el análisis microbiológico del agua de riego en época de estiaje en Carquín Chico, distrito de Hualmay, 2018. | <b>HIPÓTESIS ESPECIFICAS</b><br>• El punto de muestreo es ubicado apropiadamente en el ingreso a la captación del agua de riego a Carquín Chico del río Huaura.           |          | Análisis microbiológico del agua de riego         | Análisis Coliforme Termotolerantes (Fecales) | Razón   | <b>TÉCNICAS</b><br>• Técnicas de observación.<br>• Técnicas Documentales<br><b>INSTRUMENTOS</b><br>• <b>Observación:</b><br>Fichas de observación<br>Instrumentos para el análisis microbiológico<br>• <b>Documentación:</b><br>Informes que corresponde al periodo de junio a setiembre de cada año, según la Autoridad Local del Agua de la Provincia de Huaura (ALA).   |
| ¿En qué medida los coliformes termotolerantes contaminan el agua de riego en épocas de estiaje en Carquín Chico, distrito de Hualmay, 2018?   | • Realizar el análisis y evaluación de los coliformes termotolerantes en el agua de riego en épocas de estiaje en Carquín Chico, distrito de Hualmay, 2018.                     | • Los coliformes termotolerantes contaminan significativamente el agua de riego en épocas de estiaje en Carquín Chico, distrito de Hualmay, 2018.                         |          |   | Análisis de Escherichia coli                 | Razón   |  |
| ¿En qué medida los Escherichia Coli contaminan el agua de riego en épocas de estiaje en Carquín Chico, distrito de Hualmay, 2018?   | • Realizar el análisis y evaluación de Escherichia coli en el agua de riego en épocas de estiaje en Carquín Chico, distrito de Hualmay, 2018.                                   | • Los Escherichia coli no contaminan significativamente el agua de riego en épocas de estiaje en Carquín Chico, distrito de Hualmay, 2018.                                | V2       | Evaluación de Coliforme Termotolerantes (Fecales) | Comparación con el ECA                       | Razón   |  |
|   |   |   |          | Evaluación Microbiológica                         | Comparación con el ECA                       | Razón   |  |
|   |   |   |          | Evaluación de Escherichia coli                    |  |         |  |

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 2. Macro localización del punto de muestreo para la evaluación microbiológica en el agua de riego en épocas de estiaje Carquín Chico



Fuente: Google Earth Pro

Anexo 3. Estándares de Agua de riego de Vegetales y bebidas de animales

| Parámetros<br>Microbiológico y<br>Parasitológico | Unidades<br>de medida | Riego de Vegetales                   |                                   | Bebidas de<br>animales |
|--|-----------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|------------------------|
|  |                       | Agua para<br>riego no<br>restringido | Agua para<br>riego<br>restringido | Bebidas de<br>animales |
| Coliformes<br>Termotolerantes                    | NMP/100<br>ml         | 1 000                                | 2000                              | 1000                   |
| Escherichia coli                                 | NMP/100<br>ml         | 1000                                 | **                                | **                     |
| Huevos de Helmintos                              | Huevos/L              | 1                                    | 1                                 | **                     |

Fuente: (MINAM, 2017)

Anexo 4. Carta de información solicitada del monitoreo participativo de la calidad del agua superficial en la cuenca del río Huaura años 2015, 2016 y 2017



**PERÚ**  
Ministerio  
de Agricultura y Riego



**ANA**  
Autoridad Nacional del Agua

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"  
"Año del Dialogo y Reconciliación Nacional"

Huacho, 17 OCT 2018

**CARTA N° 260-2018-ANA-AAA.CF.-ALA.H**

Señor  
**Flores Ignacio Calderón Carrasco**  
Calle Independencia N° 125  
Hualmay.-

**Asunto** : Remito información solicitada.

**Referencia** : Solicitud de Acceso a la Información de CUT N° 183164 – 2018.

Tengo el agrado de dirigirme a usted, con el objeto dar atención al documento de la referencia, en el cual solicita los análisis microbiológicos, y otros, del Río Huaura, antes de la bocatoma del canal de derivación de Comisión de Regantes de Carquín, realizados en los tres (03) últimos años.

Al respecto, se señala que en la zona de la cual requiere información, se ha establecido una (01) estación de monitoreo, la cual se denomina RHuau3, punto ubicado aguas abajo del antiguo puente Huaura, cuyos resultados físicos, químicos y microbiológicos de los tres (03) últimos años, se encuentran compilados en los informes detallados de la siguiente tabla, los cuales se anexan en una (01) copia digital.

| Item | Descripción   | Informe Técnico N°            |
|------|---|-------------------------------|
| 1    | Resultados del Monitoreo Participativo de la Calidad del Agua Superficial en la Cuenca del Río Huaura del Año 2015. | 002-2016-ANA-AAA.CF-ALA.H/KHR |
| 2    | Resultados del Monitoreo Participativo de la Calidad del Agua Superficial en la Cuenca del Río Huaura del Año 2016. | 027-2016-ANA-AAA.CF-ALA.H/KHR |
| 3    | Resultados del Monitoreo Participativo de la Calidad del Agua Superficial en la Cuenca del Río Huaura del Año 2017. | 066-2017-ANA-AAA.CF-ALA.H/KHR |

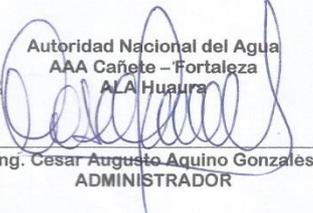
De requerir dicha información en fotocopia simple (Hoja A4), sírvase efectuar la liquidación del costo de reproducción correspondiente a S/. 0.10 por hoja, conforme lo estipulado en el Procedimiento N° 23 del Texto Único de Procedimientos Administrativos – T.U.P.A. de la Autoridad Nacional del Agua.

Sin otro particular, aprovecho la ocasión para renovarle los sentimientos de mi consideración y estima.

Atentamente,



MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO  
AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA  
REPUBLICA DEL PERÚ  
ADMINISTRACIÓN LOCAL DE AGUA-HUAUURA



Autoridad Nacional del Agua  
AAA Cañete – Fortaleza  
ALA Huaura  
Ing. Cesar Augusto Aquino Gonzales  
ADMINISTRADOR

Cc.  
- Archivo  
-CAAG/khr

Administración Local de Agua Huaura  
Av. Francisco Vidal N° 591 – Huacho  
T: (51 1) 2321509  
Correo electrónico: [ala-huaura@ana.gob.pe](mailto:ala-huaura@ana.gob.pe)  
[www.ana.gob.pe](http://www.ana.gob.pe)  
[www.minagri.gob.pe](http://www.minagri.gob.pe)

CUT N° 183164 - 2018



Fuente: (ANA, 2018) Carta N° 260-2018-ANA-AAA.CF.-ALA-H

Anexo 5. Red de monitoreo de calidad de agua en la cuenca del río Huaura - ANA

| N° | CODIGO ESTACION       | DESCRIPCION DE LA ESTACION DE MUESTREO                               | COORDENADAS UTM WGS84 |         |
|----|-----------------------|--|-----------------------|---------|
|    |                       |  | ESTE                  | NORTE   |
| 1  | QYanco <sup>(1)</sup> | Quebrada Yanco, antes de la Bocamina Yanco                           | 308229                | 8836841 |
| 2  | LRupa1                | Laguna Rupahuay, a la salida de la laguna.                           | 308392                | 8837960 |
| 3  | LSura1                | Laguna Sura Saca, a la salida de la laguna                           | 304304                | 8836407 |
| 4  | RSura1                | Río Sura Saca, antes de la confluencia con el río Quichas            | 305662                | 8834058 |
| 5  | RQuic1                | Río Quichas, aguas abajo de Minería de Carbón.                       | 306292                | 8831662 |
| 6  | LGuen1                | Laguna Guengue, a la salida de la laguna.                            | 309018                | 8831533 |
| 7  | LCuli1                | Laguna Culicocha, a la salida de la laguna                           | 314731                | 8824897 |
| 8  | LAñil1                | Laguna Añicocha, a la salida de la laguna.                           | 315305                | 8822289 |
| 9  | LPalo1                | Laguna Palón, a la salida de la laguna.                              | 312906                | 8820505 |
| 10 | RPamp1                | Río Pampahuay, aguas arriba de Mina de Carbón.                       | 309941                | 8817142 |
| 11 | RPamp2                | Río Pampahuay, aguas abajo de Mina de Carbón.                        | 313467                | 8813687 |
| 12 | LQue1                 | Laguna Quellaycocha, a la salida de la laguna.                       | 309253                | 8810278 |
| 13 | RPalo1                | Río Palón, antes de la confluencia con el río Huaura.                | 305265                | 8819821 |
| 14 | RHuau1                | Río Huaura, aguas abajo del distrito de Viroc.                       | 302857                | 8818159 |
| 15 | LShap1                | Laguna Shapucuro, a la salida de la laguna.                          | 295961                | 8820548 |
| 16 | RMayo1                | Río Mayopungo, antes de la confluencia con el río Huaura.            | 296935                | 8811857 |
| 17 | RChec1                | Río Checras, aguas abajo del distrito de Rapaz.                      | 314188                | 8796637 |
| 18 | RChec2                | Río Checras, antes de la confluencia con el río Huaura.              | 293430                | 8800579 |
| 19 | QPacc1                | Quebrada Paccho Machicao, antes de la confluencia con el río Huaura. | 283348                | 8794979 |
| 20 | RHuan1                | Río Huanangue, antes de la confluencia con la quebrada Huaycho.      | 280234                | 8768941 |
| 21 | QHuy1                 | Quebrada Huaycho, antes de la confluencia con el río Huanangue.      | 280227                | 8767116 |
| 22 | RSaya1 <sup>(2)</sup> | Río Sayán, antes de la confluencia con el río Huaura.                | 260278                | 8767067 |
| 23 | RHuau2                | Río Huaura, aguas abajo del puente de Andahuasi.                     | 254867                | 8767482 |
| 24 | RHuau3                | Río Huaura, aguas abajo del puente de Huaura.                        | 216130                | 8774569 |
| 25 | RHuau4                | Río Huaura, desembocando en el Océano Pacífico.                      | 212978                | 8773491 |

Fuente: (ANA, 2016), informe técnico N° 002-2016-ANA-AAA.CF-ALA H/KHR

Anexo 6. Resultado del análisis al Monitoreo participativo de la calidad del agua superficial en la cuenca del río Huaura años 2015, 2016 y 2017

| Año  | Código estación* | Coliforme termotolerantes<br>(NMP/100 ml) | Escherichia coli<br>(Ucf100 ml) |
|------|------------------|---|---------------------------------|
| 2015 | RHuau3           | 33000000                                  | ***                             |
|      | RHuau4           | 23000000                                  |                                 |
| 2016 | RHuau3           | 33000                                     | ***                             |
|      | RHuau4           | **  |                                 |
| 2017 | RHuau3           | 1700000                                   | ***                             |
|      | RHuau4           | **  |                                 |

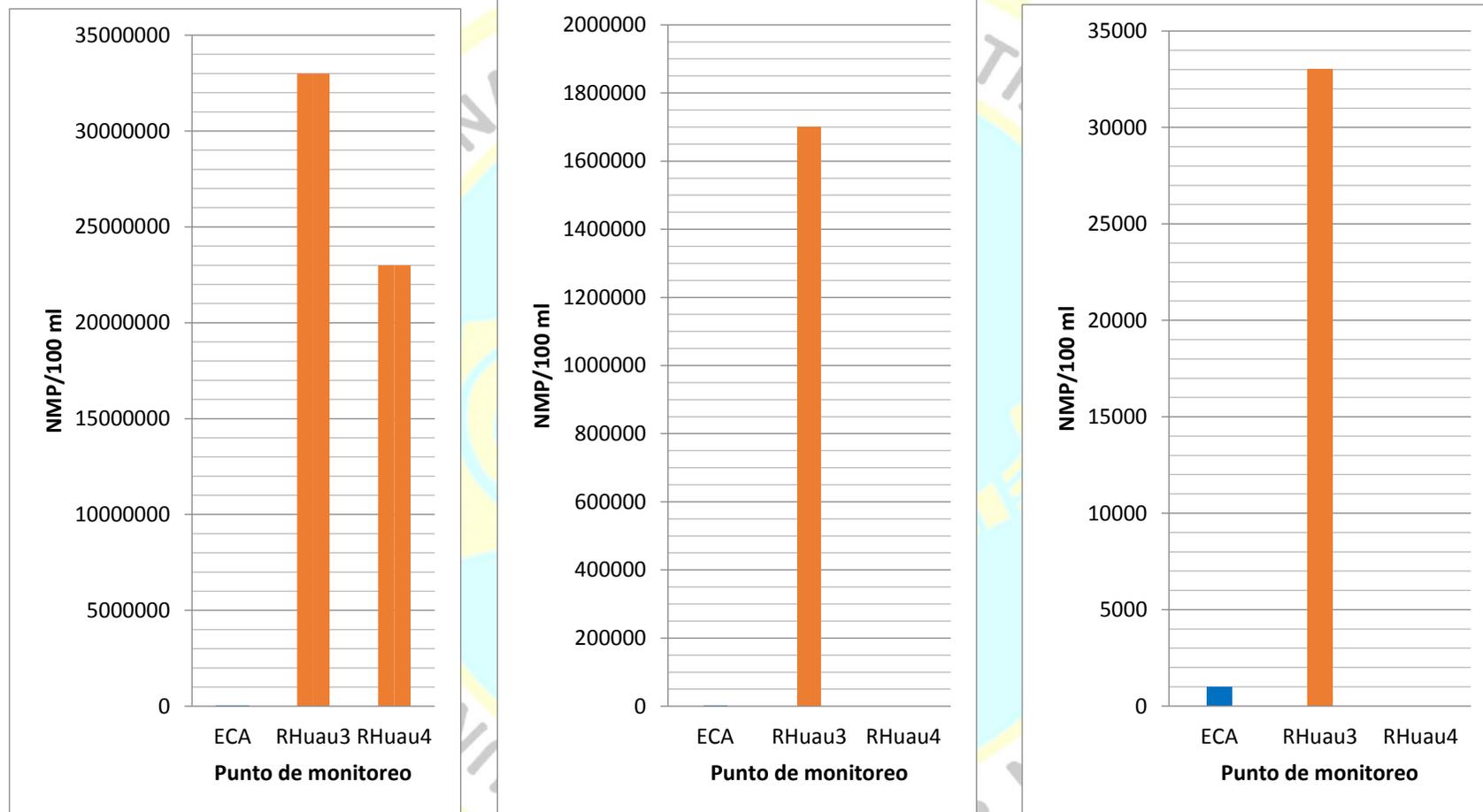
\* Codificación dada por el ANA

\*\* No tomaron muestra en la estación RHuau4 debido al abajo caudal del río Huara

\*\*\* No realizaron análisis de escherichia coli ningunos de los años

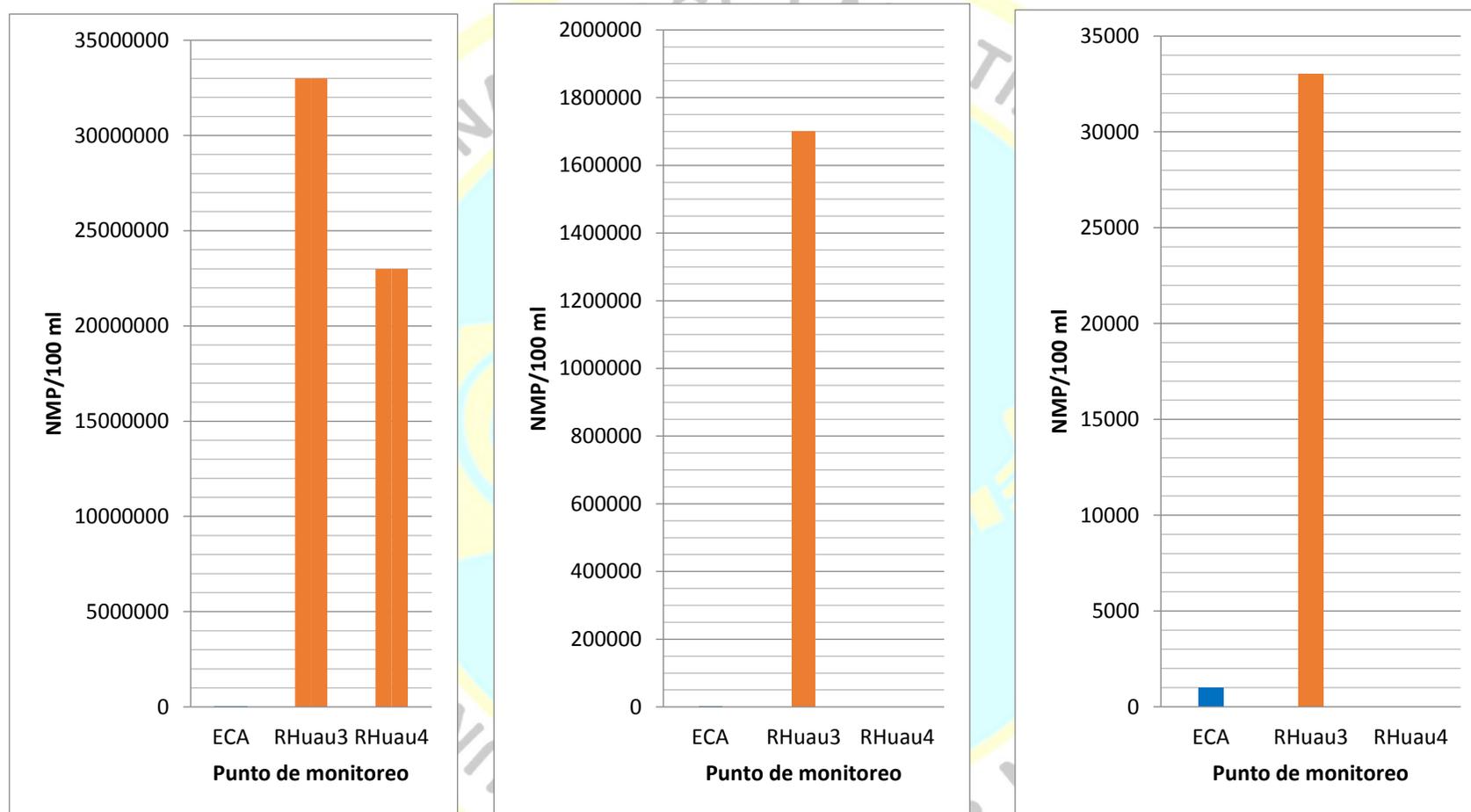
Fuente: Datos del informe 002-2016, 027-2016 y 066-2017-ANA-AAA.CF-ALA.H/KHR

Anexo 7. Coliformes termotolerantes en puntos de monitoreo RHuau3 y RHuau4 año 2015, 2016 y 2017



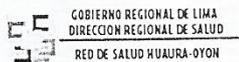
Fuente: Elaboración propia

Anexo 8. Escherichia coli en puntos de monitoreo RHuau3 y RHuau4 año 2015, 2016 y 2017



Fuente: Elaboración propia

## Anexo 9. Análisis microbiológico del agua N° 345



### INFORME DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE AGUA N° 345

SOLICITANTE : Calderon Carrasco Flores Ignacio  
 MUESTREADO : Solicitante  
 PROCEDENCIA DE LA MUESTRA : Carquin Chico  
 FECHA DE MUESTREO : 01 de Agosto del 2018 Hora: 08:50 am  
 FECHA DE LLEGADA AL LABORATORIO : 01 de Agosto del 2018 Hora: 08:50 am  
 FECHA DE ANALISIS : 01 de Agosto del 2018 Hora: 08:50 am

### RESULTADOS DE ANALISIS MICROBIOLÓGICO

| Codigo de Laboratorio | Codigo de Campo | Localidad     | Metodo de Analisis | Punto de Muestreo | Escherichia coli (ufc/100ml) | Determinación de Coliformes fecales (N.M.P/100ml) |
|-----------------------|-----------------|---------------|--------------------|-------------------|------------------------------|---|
| AG-851-2018           | M - 1           | Carquin Chico | Tubos múltiples    | Carquin Chico     | 50                           | 2600  |

Nota: <1.8 significa ausencia

- Método de fermentación de tubos múltiples. APHA. AWW. WEF. Part. 9221E-1. 22th ed. 2012.

Huacho, 03 de Agosto del 2018

GOBIERNO REGIONAL DE LIMA  
 DIRECCION REGIONAL DE SALUD  
 HOSPITAL CHICO - RED HUaura OYON  
 DR. MARIA DE ROSARIO GRADOS OLIVERA  
 DIRECTORA LABORATORIO DE SALUD HUACHO



[www.hduacho.gob.pe](http://www.hduacho.gob.pe)

Central Telefónica 232-2634      Teléfono: 232-2351      Telefax: 239-5142/232-3181  
 Av. José Arnaldo Arámbulo La Rosa N° 251 - Huacho  
 hduacho@ec-red.com

Fuente: (DIRESA, 2018), Informe de análisis microbiológico del agua N° 345

## Anexo 10. Análisis microbiológico del agua N° 375

### INFORME DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE AGUA N° 375

SOLICITANTE : Calderon Carrasco Flores Ignacio  
 MUESTREADO : Solicitante  
 PROCEDENCIA DE LA MUESTRA : Carquin Chico  
 FECHA DE MUESTREO : 15 de Agosto del 2018 Hora: 08:50 am  
 FECHA DE LLEGADA AL LABORATORIO : 15 de Agosto del 2018 Hora: 10:30 am  
 FECHA DE ANALISIS : 15 de Agosto del 2018 Hora: 11:00 am

### RESULTADOS DE ANALISIS MICROBIOLÓGICO

| Codigo de Laboratorio | Codigo de Campo | Localidad     | Metodo de Analisis | Punto de Muestreo | Escherichia coli (ufc/100ml) | Determinación de Coliformes fecales (N.M.P/100ml) |
|-----------------------|-----------------|---------------|--------------------|-------------------|------------------------------|---|
| AG-921- 2018          | M - 1           | Carquin Chico | Tubos múltiples    | Carquin Chico     | 80                           | 2800  |

Nota: <1.8 significa ausencia

- Método de fermentación de tubos múltiples. APHA. AWW. WEF. Part. 9221E-1. 22th ed. 2012.

Huacho, 01 de Setiembre del 2018

GOBIERNO REGIONAL DE LIMA  
DIRECCION REGIONAL DE SALUD  
HOSPITAL REGIONAL DE HUACHA-OYON  
ING. MARIA DEL ROSARIO GRADOS OLIVERA  
JEFE DEL LABORATORIO DE SALUD PUBLICA



[www.hdhuacho.gob.pe](http://www.hdhuacho.gob.pe)

Central Telefónica 232-2634 Teléfono: 232-2351 Telefax: 239-5142/232-3181  
 Av. José Arnaldo Arámbulo La Rosa N° 251 - Huacho  
 hduacho@ec-red.com

Fuente: (DIRESA, 2018), Informe de análisis microbiológico del agua N° 375

## Anexo 11. Informe de análisis microbiológico del agua N° 387

### INFORME DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE AGUA N° 387

**SOLICITANTE** : Calderon Carrasco Flores Ignacio  
**MUESTREADO** : Solicitante  
**PROCEDENCIA DE LA MUESTRA** : Carquin Chico  
**FECHA DE MUESTREO** : 03 de Setiembre del 2018 Hora: 03:30 pm  
**FECHA DE LLEGADA AL LABORATORIO** : 03 de Setiembre del 2018 Hora: 03:30 pm  
**FECHA DE ANALISIS** : 04 de Setiembre del 2018 Hora: 08:30 am

#### RESULTADOS DE ANALISIS MICROBIOLÓGICO

| Codigo de Laboratorio | Codigo de Campo | Localidad     | Metodo de Analisis | Punto de Muestreo | Escherichia coli (ufc/100ml) | Determinación de Coliformes fecales (N.M.P/100ml) |
|-----------------------|-----------------|---------------|--------------------|-------------------|------------------------------|---|
| AG-954- 2018          | M - 1           | Carquin Chico | Tubos múltiples    | Carquin Chico     | 150                          | 3600  |

Nota: <1.8 significa ausencia

- Método de fermentación de tubos múltiples. APHA. AWW. WEF. Part. 9221E-1. 22th ed. 2012.

Huacho, 18 de Setiembre del 2018

## Anexo 12. Análisis microbiológico del agua N° 407



### INFORME DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE AGUA N° 407

SOLICITANTE : Calderon Carrasco Flores Ignacio  
MUESTREADO : Solicitante  
PROCEDENCIA DE LA MUESTRA : Carquin Chico  
FECHA DE MUESTREO : 17 de Setiembre del 2018 Hora: 01:00 pm  
FECHA DE LLEGADA AL LABORATORIO : 17 de Setiembre del 2018 Hora: 03:00 pm  
FECHA DE ANALISIS : 18 de Setiembre del 2018 Hora: 08:30 am

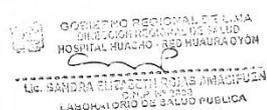
### RESULTADOS DE ANALISIS MICROBIOLÓGICO

| Codigo de Laboratorio | Codigo de Campo | Localidad     | Metodo de Analisis | Punto de Muestreo | Escherichia coli (ufc/100ml) | Determinación de Coliformes fecales (N.M.P/100ml) |
|-----------------------|-----------------|---------------|--------------------|-------------------|------------------------------|---|
| AG-988- 2018          | M - 1           | Carquin Chico | Tubos múltiples    | Carquin Chico     | 210                          | 3 500   |

Nota: <1,8 significa ausencia

- Método de fermentación de tubos múltiples. APHA. AWW. WEF. Part. 9221E-1, 22th ed, 2012.

Huacho, 10 de Octubre del 2018



[www.fidhuacho.gob.pe](http://www.fidhuacho.gob.pe)

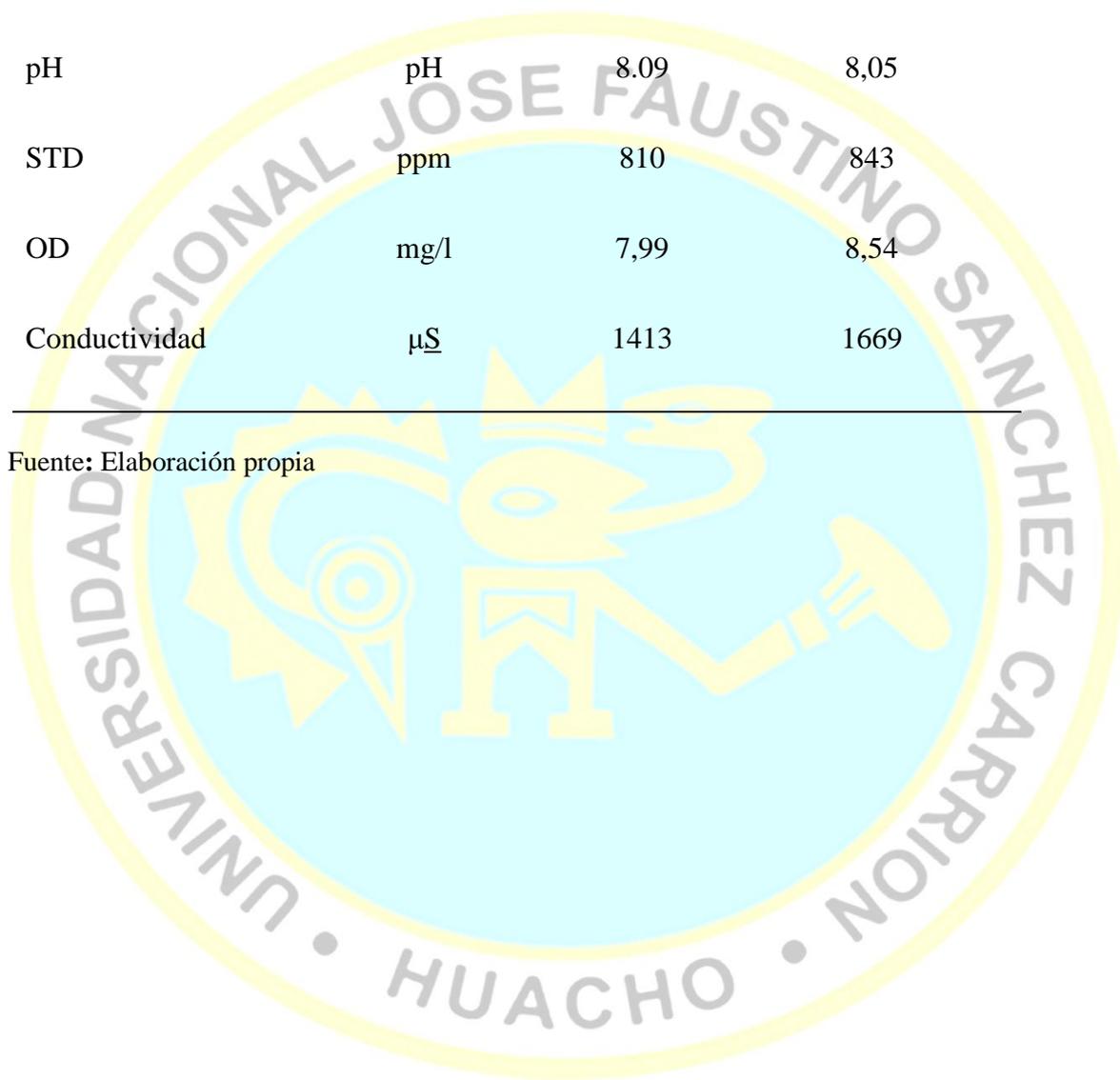
Central Telefónica 232-2634      Teléfono: 232-2351      Telefax: 239-5142/232-3181  
Av. José Arnaldo Arámbulo La Rosa N° 251 - Huacho  
hdhuacho@ec-red.com

Fuente: (DIRESA, 2018), Informe de análisis microbiológico del agua N° 407

Anexo 13. Otros análisis realizados in situ

| Microbiológico | Unidad | Fecha de monitoreo año 2018 |         |
|----------------|--------|-----------------------------|---------|
|                |        | 01 ago.                     | 03 set. |
| Temperatura    | °C     | 23.3                        | 23      |
| pH             | pH     | 8.09                        | 8,05    |
| STD            | ppm    | 810                         | 843     |
| OD             | mg/l   | 7,99                        | 8,54    |
| Conductividad  | μS     | 1413                        | 1669    |

Fuente: Elaboración propia



## Anexo 14. Protocolos de recolección de muestras monitoreo de la calidad del agua

**Planificación del monitoreo:** Se realiza en gabinete con la finalidad de diseñar el trabajo de monitoreo que incluye el establecimiento del ámbito de evaluación (cuenca, unidad hidrográfica, recursos hídricos), puntos de monitoreo, lugares de acceso, verificación y la ubicación de la zona de muestreo y los puntos de monitoreos mediante el empleo de herramientas informáticas, los parámetros a evaluar en cada punto de monitoreo, los equipos, materiales, reactivos, formatos de campo, logística a utilizar para el traslado de las muestras. (ANA, 2016, pág. 31)



Figura 9. Planificación de monitoreo

Fuente: (ANA, 2016, pág. 31)

**Codificación del punto de muestreo:** el punto de muestreo debe ser identificado claramente, de manera que permita su ubicación exacta en futuros muestreos. En la

determinación de la ubicación se utilizara el sistema de posicionamiento global (GPS).  
(ANA, 2016, pág. 35)

**Frecuencia de monitoreo:** la frecuencia de monitoreo se establece para medir los cambios sustanciales en la calidad del recurso hídrico que ocurren en determinados periodos, los cuales pueden estar influenciados por la figura 12.



Figura 10. Frecuencia de monitoreo

N Fuente:(ANA, 2016, pág. 37)

**Parámetros recomendados en el monitoreo de la calidad de agua:** en la figura 13, se presentan los parámetros mínimos a considerar de acuerdo con la categoría del recurso hídrico asignada por el ANA y los estándares nacional de calidad ambiental del agua, aprobados por el MINAM (D.S: N° 004-2017-MINAN). (ANA, 2016, pág. 39)

| Parámetros                 | Categoría 1  | Categoría 2  | Categoría 3   | Categoría 4<br>Ríos, lagunas y lagos  | Categoría 4<br>Ecosistemas marino-costeros   |
|----------------------------|--|--|---|---|--|
| Parámetros de campo        | pH, T, Cond, OD  | pH, T, OD  | pH, T, Cond, OD   | pH, T, Cond, OD   | pH, T, OD  |
| Parámetros químico-físicos | DBO <sub>5</sub> , AyG, N-NO <sub>3</sub> , N-NH <sub>3</sub> , P, metales (Al, As, B, Ba, Cd, Cr, Cu, Hg, Mn, Ni, Pb, Zn) | DBO <sub>5</sub> , AyG, SST, N-NO <sub>3</sub> , P, sulfuros, metales (As, B, Ba, Cd, Cu, Cr <sup>6+</sup> , Hg, Ni, Pb, Zn) | DBO <sub>5</sub> , AyG, N-NO <sub>3</sub> , sulfatos, metales (Al, As, B, Ba, Cd, Cu, Cr, Fe, Hg, Mn, Ni, Pb, Zn) | DBO <sub>5</sub> , AyG, SST, N <sub>tot</sub> , N-NO <sub>3</sub> , N-NH <sub>3</sub> , P, metales (As, Ba, Cd, Cu, Cr <sup>6+</sup> , Hg, Ni, Pb, Zn), | DBO <sub>5</sub> , AyG, N-NO <sub>3</sub> , N-NH <sub>3</sub> , P, metales (As, Cd, Cu, Cr <sup>6+</sup> , Hg, Ni, Pb, Zn) |
| Parámetros microbiológicos | Coliformes termotolerantes, <i>Escherichia coli</i> , Organismo de vida libre  | Coliformes termotolerantes,  | Coliformes termotolerantes, <i>Escherichia coli</i> , Huevos y larvas de helmintos,                               | Coliformes termotolerantes,   |  |

Figura 11. Parámetros mínimos recomendados para el monitoreo de la calidad de agua de los recursos hídricos superficiales

Fuente: (ANA, 2016, pág. 38)

**Reconocimiento del entorno:** el lugar de muestreo deberá realizar el reconocimiento del entorno e indicar las observaciones de registro de campo, las características atípicas tales como coloración anormal del agua, abundancia de algas o vegetación acuática, presencia de residuos, actividades humanas, presencia de animales y otros factores que modifiquen las características naturales del cuerpo de agua. (ANA, 2016, pág. 41)

**Rotulado y etiquetado:** Los recipientes se deben rotular con etiquetas autoadhesivas. La etiqueta de cada muestra de agua como mínimo debe contener los siguientes datos. (ANA, 2016, pág. 41)

- Nombre del solicitante
- Código del punto de muestreo
- Tipo de cuerpo de agua

- Fecha y hora de muestreo
- Nombre del responsable de la toma de muestra
- Tipo de análisis requerido
- Preservación y tipo de reactivo (si lo requiere)

**Procedimiento para la toma de muestra:** antes de iniciar el muestreo, todo el personal que manipule los equipos de toma de muestra, los recipientes y frascos o los reactivos de preservación, deberá colocarse guantes descartables, mascarilla y gafas protectora.. (ANA, 2016, pág. 48)

**a. Toma de muestra en ríos o quebradas de poco caudal**

Es aplicable para los ríos de bajo caudal o de poca profundidad, donde exista fácil acceso de ingreso al río, se deberá evitar la contaminación de las muestras por disturbar los sedimentos del fondo o de la orilla del cauce. (ANA, 2016, pág. 49)

1. El personal responsable deberá colocarse las botas de jebe y los guantes descartables antes del inicio de la toma de muestra de agua.
2. Ubicarse en un punto medio de la corriente principal, donde la corriente sea homogénea, evitando aguas estancadas y poco profundas.
3. Medir los parámetros de campo directamente en el río o tomando un volumen adecuado de agua en un balde limpio y evitar hacer remoción del sedimento.
4. Coger un recipiente, retirar la tapa y contratapa sin tocar la superficie interna del frasco.
5. Antes de coleccionar las muestras, los frascos se deben enjuagar como mínimo dos veces, a excepción de los frascos para el análisis de los parámetros orgánicos o microbiológicos.
6. Coger la botella por debajo del cuello, sumergirla en dirección opuesta al flujo de agua.

7. Considerar un espacio de alrededor de 1% aproximadamente de la capacidad del envase para aquellos parámetros que requieran preservación.
8. Para muestras microbiológicas dejar un espacio del 10% del volumen del recipiente para asegurar un adecuado suministro de oxígeno para las bacterias.
9. Evitar coleccionar suciedad, películas de la superficie o sedimentos del fondo.



## Anexo 15. Métodos de conservación de muestras para análisis microbiológicos

**Preservación de la muestra:** Una vez tomada la muestra de agua, se procede inmediatamente a adicionar el preservante para los parámetros requeridos. Una vez preservada la muestra, homogenizar y cerrar herméticamente el recipiente. . (ANA, 2016, pág. 57)

**Aseguramiento de la calidad del muestreo:** Los controles de calidad del proceso de muestreo son el único medio para identificar errores en el proceso de monitoreo; por lo tanto deben formar parte de cada monitoreo de la calidad de agua y tener sus criterios de aceptación definidos. (ANA, 2016, pág. 57).

**Almacenamiento, conservación y transporte de la muestra:** Los frascos deben almacenar dentro de cajas térmicas (coolers) de forma vertical para que no ocurran derrames ni se expongan a la luz del sol. Los recipientes de vidrio deben ser embalados con la debida precaución para evitar roturas y derrames durante el transporte. (ANA, 2016, pág. 58).

Para la conservación, las muestras recolectadas deberán acondicionarse en cajas térmicas (coolers) bajo un adecuado sistema de enriamiento ( $5\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), refrigerantes (ice pack, hielo o similar) o un refrigerante móvil.

Las muestras deben ser transportadas inmediatamente al laboratorio cumpliendo los tiempos de almacenamiento máximo de cada parámetro de acuerdo a la figura 14.

Anexo 16. Conservación y preservación de muestra de agua en función al parámetro evaluado

| PARÁMETRO                  | TIPO DE RECIPIENTE        | CONDICIONES DE PRESERVACIÓN Y ALMACENAMIENTO  | TIEMPO MÁXIMO DE ALMACENAMIENTO |
|----------------------------|---------------------------|---|---------------------------------|
| <b>Microbiológicos</b>     |                           |   |                                 |
| Coliformes Termotolerantes | Vidrio estéril            | Dejar un espacio para aireación y mezcla de 1/3 del frasco de muestreo.<br>Almacenar a $\leq 6^{\circ}\text{C}$ y en oscuridad. | 24 horas                        |
| Coliformes Totales         |                           |   |                                 |
| Enterococos fecales        |                           |   |                                 |
| Escherichia Coli           |                           |   |                                 |
| Giardia Duodenalis         |                           |   |                                 |
| Salmonella sp.             |                           |   |                                 |
| Vibrio Cholerae            |                           |   |                                 |
| Formas parasitarias        | Plástico, con boca ancha. | Almacenar a $\leq 6^{\circ}\text{C}$ y en oscuridad.  | 24 horas                        |
| Huevos de Helmintos        |                           |   |                                 |
| <b>Otros Parámetros</b>    |                           |   |                                 |
| Clorofila A                | Plástico o vidrio         | Filtrar preferentemente <i>in situ</i> . Almacenar muestras a oscuras o usar botellas oscuras.                                  | 24 horas                        |
|                            |                           | Tras el filtrado y la extracción con etanol caliente, congelar por debajo de $-18^{\circ}\text{C}$ .                            | 1 mes                           |
|                            |                           | Tras el filtrado, congelar por debajo de $-18^{\circ}\text{C}$ .  | 14 días                         |
|                            |                           | Tras el filtrado, congelar por debajo de $-80^{\circ}\text{C}$ .  | 1 mes                           |

Fuente: (ANA, 2016, pág. 81)

Anexo 17. Fotos de la toma de muestras



Fuente: Elaboración propia

a) Coordinación de los procedimientos de recolección de muestras



Fuente: Elaboración propia

b) Recolección de muestras



Fuente: Elaboración propia

c) Toma de muestra de agua para análisis in situ



Fuente: Elaboración propia

d) Preparación de muestras para análisis en situ



Fuente: Elaboración propia

e) Análisis de la muestra para análisis in situ

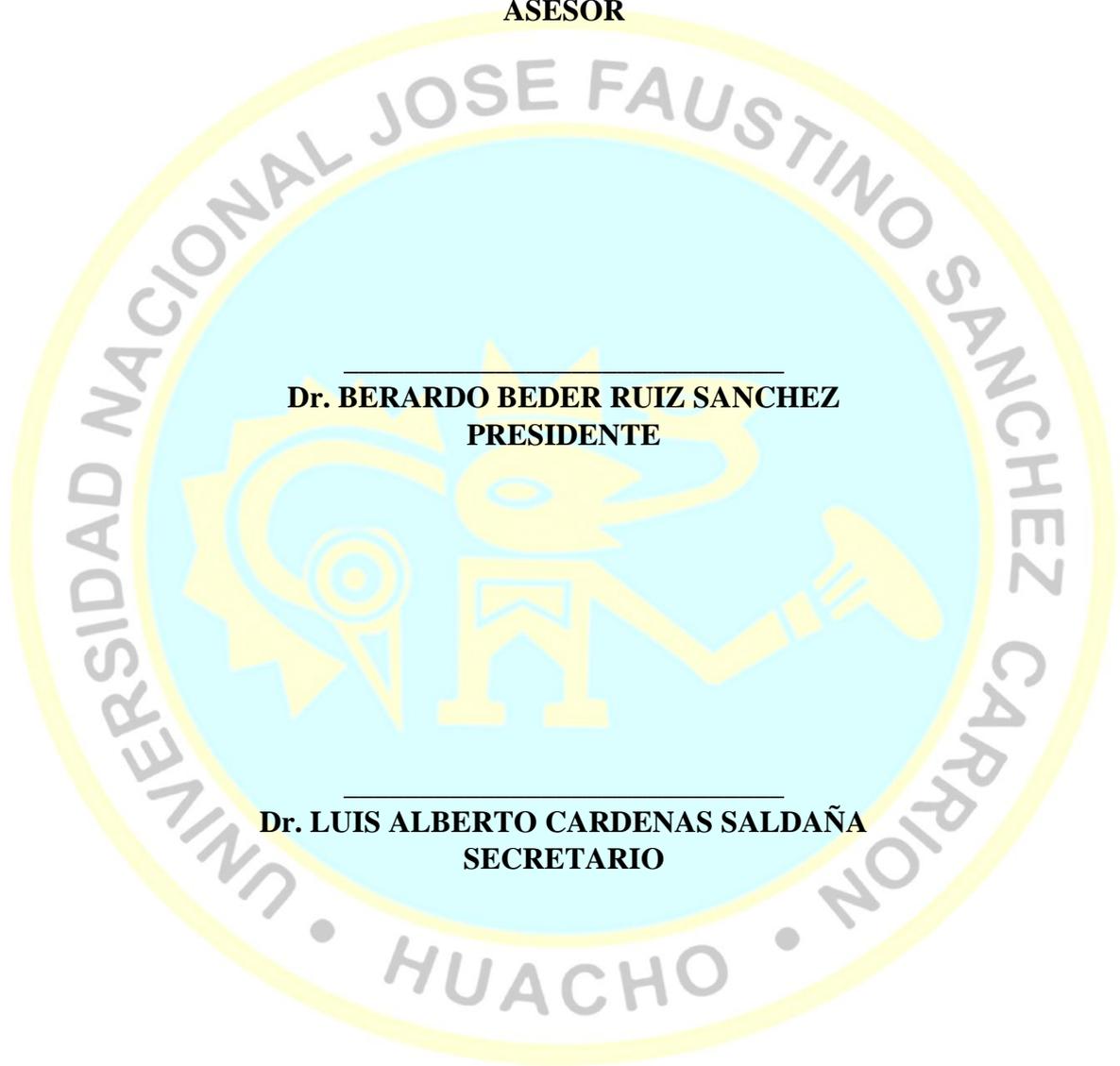


Fuente: Elaboración propia

f) Equipos utilizados para análisis in situ

---

**M(o) ALGEMIRO JULIO MUÑOZ VILELA  
ASESOR**



---

**Dr. BERARDO BEDER RUIZ SANCHEZ  
PRESIDENTE**

---

**Dr. LUIS ALBERTO CARDENAS SALDAÑA  
SECRETARIO**

---

**M(o) MAXIMO ROMERO ORTIZ  
VOCAL**