



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**INSTITUTO DE POSTGRADO**

**MAESTRÍA EN GESTIÓN SUSTENTABLE DE**

**RECURSOS NATURALES**

**“UTILIZACIÓN DEL MUCÍLAGO DE TUNA (*Opuntia ficus-indica*) EN EL  
MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGUA DE CONSUMO HUMANO, EN LA  
COMUNIDAD DE PUSIR GRANDE, PROVINCIA DEL CARCHI”**

**Trabajo de Investigación previo a la obtención del Título de Magíster en Gestión  
Sustentable de Recursos Naturales**

Autor: Ing. Bayro Javier Morejón Díaz

Tutor: Dr. Kentaro Tomita (PhD)

Ibarra – Ecuador

2017

## **APROBACIÓN DEL TUTOR**

En calidad de tutor del Trabajo de Grado, presentado por el Ingeniero Bayro Javier Morejón Díaz, para optar por el título de Magíster en Gestión Sustentable de los Recursos Naturales, doy fe que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a presentación pública y evaluación por parte del jurado examinador que se designe.

En la ciudad de Ibarra, a los veintinueve días de marzo de 2017.

A handwritten signature in blue ink, consisting of the name 'Tomita Kentaro' written in a cursive style.

Dr. Kentaro Tomita, Ph.D

## **APROBACIÓN DEL TRIBUNAL**

### **“UTILIZACIÓN DEL MUCÍLAGO DE TUNA (*Opuntia ficus-indica*) EN EL MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGUA DE CONSUMO HUMANO, EN LA COMUNIDAD DE PUSIR GRANDE, PROVINCIA DEL CARCHI”**

Por: Bayro Javier Morejón Díaz

Trabajo de Grado de Maestría aprobado en nombre de la Universidad Técnica del Norte, por el siguiente jurado, a 29 días de marzo de 2017.



MSc. Rosario Espín

**Miembro del Tribunal**



MSc. Lucía Vásquez

**Miembro del Tribunal**



MSc. Andrés Carrión

**Miembro del Tribunal**



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**INSTITUTO DE POSTGRADO**  
**BIBLIOTECA UNIVERSITARIA**

**AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN  
A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA**

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

| <b>DATOS DE CONTACTO</b>    |  |                        |            |
|-----------------------------|--|------------------------|------------|
| <b>CÉDULA DE IDENTIDAD:</b> | 100222409-3  |                        |            |
| <b>APELLIDOS Y NOMBRES:</b> | Morejón Díaz Bayro Javier  |                        |            |
| <b>DIRECCIÓN:</b>           | Ibarra, La Victoria Pasaje Luis Alfonso Martínez de la Vega # 1-55   |                        |            |
| <b>EMAIL:</b>               | <a href="mailto:ingjavimore@hotmail.com">ingjavimore@hotmail.com</a> |                        |            |
| <b>TELÉFONO FIJO:</b>       | 062615492  | <b>TELÉFONO MÓVIL:</b> | 0988537548 |

| <b>DATOS DE LA OBRA</b> |  |
|-------------------------|--|
| <b>TÍTULO:</b>          | “Utilización del Mucílago de Tuna ( <i>Opuntia ficus-indica</i> ) en el Mejoramiento de la Calidad de Agua de Consumo Humano en la Comunidad de Pusir Grande, Provincia del Carchi”. |
| <b>AUTOR(ES):</b>       | Morejón Díaz Bayro Javier  |
| <b>FECHA:</b>           | 29/03/ 2017  |

|                                |   |          |                                     |           |
|--------------------------------|---|----------|-------------------------------------|-----------|
| SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO    |   |          |                                     |           |
| <b>PROGRAMA:</b>               |   | PREGRADO | <input checked="" type="checkbox"/> | POSTGRADO |
| <b>TÍTULO POR EL QUE OPTA:</b> | Magister en Gestión Sustentable de Recursos Naturales |          |                                     |           |
| <b>ASESOR / DIRECTOR:</b>      | Dr. Kentaro Tomita, Ph. D.                            |          |                                     |           |

## 2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, Bayro Javier Morejón Díaz, con cédula de identidad número 100222409-3, en calidad de autor y titular de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 144.

## 3. CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 29 días de marzo de 2017.

### EL AUTOR:




---

**Morejón Díaz Bayro Javier**  
C.C. 1002224093



## **CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

Yo, Bayro Javier Morejón Díaz, con cédula de identidad Nro. 100222409-3, manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor de la obra o trabajo de grado denominado: **UTILIZACIÓN DEL MUCÍLAGO DE TUNA (*Opuntia ficus-indica*) EN EL MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGUA DE CONSUMO HUMANO, EN LA COMUNIDAD DE PUSIR GRANDE, PROVINCIA DEL CARCHI**, que ha sido desarrollado para optar por el título de: **MAGISTER EN GESTIÓN SUSTENTABLE DE RECURSOS NATURALES**, en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribimos este documento en el momento que hacemos entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

---

Bayro Javier Morejón Díaz

1002224093

## **DECLARACIÓN DE AUTORÍA**

Manifiesto que la presente obra es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros; por lo tanto, es original, y que soy el titular de los derechos patrimoniales; por lo que asumo la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldré en defensa de la Universidad Técnica del Norte en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 29 días de marzo de 2017



---

Bayro Javier Morejón Díaz

1002224093

## **DEDICATORIA**

Yo, Bayro Javier Morejón Díaz, dedico este trabajo a mis padres Yolanda Díaz y Jorge Morejón, por darme todo su apoyo, confianza y comprensión durante todo este tiempo de estudios, para alcanzar con éxito y dicha esta carrera profesional, a mi esposa Paola Calderón, a mi hija Nathaly Mishelle, a mi hijo Khlisman Javier, a mis hermanas Salomé, Alejandra, Andrea y a la memoria de mi hermana Sandra por todo su amor, comprensión y ternura incondicional. A mis tíos, primos, demás familiares y compañeros de trabajo que de igual manera me supieron ayudar sin reparo en todo momento.

Bayro Javier Morejón Díaz



## **AGRADECIMIENTO**

Al culminar con el trabajo de posgrado mi sincero agradecimiento a la Universidad Técnica del Norte, en especial al Instituto de Posgrado y a todos los distinguidos catedráticos que me impartieron sus excelentes conocimientos durante todo este tiempo, y que depositaron en mí su confianza, atención y afecto, para de esta manera involucrarme firmemente en la importancia de la dimensión ambiental como aspecto sustancial del desarrollo.

Un profundo y sincero agradecimiento al Doctor Kentaro Tomita, Director de Tesis, por su noble labor, voluntad y entrega de su conocimiento y experiencia en el desarrollo de esta investigación.

Mi más sincero y efusivo sentimiento de gratitud y cordialidad al Ing. Christian Fuentes, por su invaluable y oportuno apoyo en el desarrollo y ejecución de todo este trabajo para lograr una meta más en mi vida profesional. De igual forma quiero expresar mi agradecimiento al Ing. Carlos Cazco por su ayuda en el asesoramiento técnico de este proyecto.

También quiero hacer ostensible mi agradecimiento al señor Cosmito Chávez, presidente de la Junta Parroquial de San Vicente de Pusir, a la comunidad de Pusir Grande, a la empresa pública de agua potable de Bolívar, cuyos miembros depositaron sus conocimientos, información y ayuda requerida para conseguir el presente trabajo.

Bayro Javier Morejón Díaz

## ÍNDICE GENERAL

|  |           |
|--|-----------|
| <b>CAPÍTULO I.....</b>   | <b>1</b>  |
| <b>PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....</b>  | <b>1</b>  |
| 1.1 Antecedentes .....   | 1         |
| 1.2 Planteamiento del problema .....   | 2         |
| 1.3 Formulación del problema .....   | 3         |
| 1.4 Justificación.....   | 3         |
| 1.5 Objetivos .....  | 4         |
| 1.5.1 Objetivo general .....   | 4         |
| 1.5.2 Objetivos específicos.....   | 4         |
| 1.6 Hipótesis.....   | 4         |
| 1.7 Valor práctico del Estudio.....  | 5         |
| <b>CAPÍTULO II.....</b>  | <b>6</b>  |
| <b>MARCO TEÓRICO.....</b>  | <b>6</b>  |
| 2.1 El Nopal o Tuna (Opuntia ficus-indica) .....   | 6         |
| 2.1.1 Taxonomía .....  | 6         |
| 2.1.2 Importancia ecológica.....   | 8         |
| 2.1.3. Alternativas de utilización de residuos de Opuntia ficus indica.....                      | 8         |
| 2.2 El mucílago de Nopal (Opuntia ficus-indica).....   | 9         |
| 2.3. Propiedad coagulante - floculante .....   | 10        |
| 2.4 Coagulantes Químicos y Naturales más comunes utilizados en la clarificación del<br>Agua..... | 12        |
| 2.4.1 Coagulante químico .....   | 12        |
| 2.4.2 Coagulante natural .....   | 13        |
| 2.4.3 Coagulantes metálicos .....  | 13        |
| 2.5 El Nopal o Tuna (Opuntia ficus-indica) como agente depurador.....                            | 14        |
| 2.6 Calidad del Agua cruda .....   | 15        |
| 2.6.1 Características físicas.....   | 16        |
| 2.6.2 Características químicas .....   | 19        |
| 2.6.3 Características biológicas .....   | 20        |
| 2.7 Calidad del agua potable.....  | 21        |
| 2.8 Rceso de potabilización del Agua.....  | 22        |
| 2.8.1 Test de Jarras .....   | 24        |
| 2.9 Balance Costo/Beneficio entre el coagulante químico y orgánico. ....                         | 24        |
| <b>CAPÍTULO III.....</b>   | <b>26</b> |
| <b>METODOLOGÍA.....</b>  | <b>26</b> |

|  |           |
|--|-----------|
| 3.1 Descripción del área de estudio .....  | 26        |
| 3.2 Tipo de investigación.....   | 27        |
| 3.3 Diseño de la investigación .....   | 27        |
| 3.3.1 Manejo general del ensayo experimental .....   | 28        |
| 3.4 Técnica.....   | 29        |
| 3.4.1 Análisis físico-químicos y microbiológicos del agua.....   | 30        |
| 3.4.2 Recolección de cladodios de tuna (Opuntia ficus-indica) para análisis de laboratorio .....   | 41        |
| 3.4.3 Extracción del mucílago de la tuna (Opuntia ficus-indica) .....  | 43        |
| 3.4.4 Determinación de la relación volumétrica óptima del mucílago de tuna-agua mediante el test de jarras .....                         | 45        |
| 3.5. Análisis Costo/Beneficio del coagulante – floculante natural del mucílago de tuna en .....  | 47        |
| el mejoramiento de la calidad de agua de consumo humano.....   | 47        |
| <b>CAPÍTULO IV .....</b>   | <b>48</b> |
| <b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>  | <b>48</b> |
| 4.1. Análisis del tejido vegetal de la planta de tuna (Opuntia ficus-indica) .....   | 49        |
| 4.2. Extracción del coagulante floculante a partir de cladodios de tuna.....   | 49        |
| Para el proceso de obtención del coagulante-floculante resultado de la relación volumétrica mucilago de tuna-agua fue el siguiente:..... | 49        |
| 4.3. Análisis de parámetros del agua usando el mucílago como coagulante- floculante..  | 52        |
| para el proceso de tratamiento .....   | 52        |
| 4.3.1. pH .....  | 53        |
| 4.3.2. Turbidez.....   | 56        |
| 4.3.3. Dureza.....   | 59        |
| 4.3.4. Color .....   | 61        |
| 4.3.5. Sólidos Disueltos Totales .....   | 64        |
| 4.4. Resultados del análisis Costo/Beneficio del coagulante – floculante natural mucílago .....  | 68        |
| de tuna en el mejoramiento de calidad de agua de consumo humano .....  | 68        |
| <b>CAPÍTULO V .....</b>  | <b>72</b> |
| <b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>  | <b>72</b> |
| 5.1 Conclusiones.....  | 72        |
| 5.2 Recomendaciones .....  | 73        |
| <b>CAPÍTULO VI.....</b>  | <b>74</b> |
| <b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>  | <b>74</b> |
| 6.1. Referencias Bibliográficas.....   | 74        |

## ÍNDICE DE TABLAS

|  |    |
|--|----|
| Tabla 3.1.- Datos para el Diseño Completo al Azar .....  | 28 |
| Tabla 3.2.- Esquema para el análisis de varianza .....   | 29 |
| Tabla 4.1.- Análisis del tejido vegetal de tuna ( <i>Opuntia ficus-indica</i> ). (Agrocalidad,.....                      | 49 |
| Tabla 4.2.- Análisis de la composición del mucílago de tuna en 100ml de muestra.....                                     | 52 |
| Tabla 4.3.- Condiciones del agua cruda tratada con mucílago de tuna. ....  | 53 |
| Tabla 4.4.- Análisis de varianza para el pH.....   | 54 |
| Tabla 4.5.- Análisis de varianza para la Turbidez .....  | 56 |
| Tabla 4.6.- Análisis de Varianza para la Dureza .....  | 59 |
| Tabla 4.7.- Análisis de Varianza para el Color.....  | 62 |
| Tabla 4.8.- Análisis de Varianza para los Sólidos Disueltos Totales (STD).....   | 64 |
| Tabla 4.9. Resultados de los parámetros del agua cruda con relación a la aplicación del<br>mucílago de tuna al 25%. .... | 68 |
| Tabla 4.10.- Análisis de Costo/Beneficio entre los insumos utilizados para la.....                                       | 69 |
| Tabla 4.11. Análisis marginal del ensayo sobre clarificación de agua con Sulfato de<br>Aluminio vs Mucílago de Tuna..... | 71 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| Figura 2.1. Características de la tuna o nopal ( <i>Opuntia ficus-indica</i> ) .....                           | 7  |
| Figura 3.1. Mapa de Ubicación de la Parroquia San Vicente de Pusir. ....                                       | 26 |
| Figura 3.2. Determinación de pH y Temperatura en laboratorio. ....   | 31 |
| Figura 3.3: Determinación de la turbidez de los diferentes tratamientos. ....                                  | 31 |
| Figura 3.4: Determinación de la Dureza de las diferentes muestras.....   | 32 |
| Figura 3.5.- Determinación de la Conductividad eléctrica de las.....   | 33 |
| Figura 3.6: Determinación de la Alcalinidad de las diferentes muestras .....                                   | 34 |
| Figura 3.7: Determinación Coliformes totales de las diferentes muestras .....                                  | 39 |
| Figura 3.8: Determinación Coliformes fecales de las diferentes muestras.....                                   | 40 |
| Figura 3. 9: Recolección de cladodios de tuna ( <i>Opuntia ficus-indica</i> ) para obtención del mucílago..... | 42 |
| Figura 3.10: Diagrama de flujo del proceso de obtención del coagulante.....                                    | 44 |
| Figura 3.11: Obtención del mucílago de tuna en laboratorio .....   | 45 |
| Figura 3.12: Prueba de Jarras realizada a diferentes revoluciones y obtención de muestras .....                | 46 |
| Figura 4.1. Diagrama de flujo de proceso de extracción de la relación volumétrica mucílago-agua .....          | 50 |
| Figura 4.2. El pH del agua cruda asociada con porcentajes de mucílago de tuna .....                            | 54 |
| Figura 4.3. Comparación del pH del agua cruda, tratada con sulfato de aluminio y mucílago de tuna .....        | 55 |
| Figura 4.4. La Turbidez del agua cruda asociada con mucílago de tuna.....                                      | 57 |
| Figura 4.5. Comparación de la Turbidez de agua cruda, tratada con Sulfato de Aluminio y mucílago de tuna ..... | 57 |

|   |    |
|---|----|
| Figura 4.6. La Dureza del agua cruda asociada con el mucílago de tuna.....  | 60 |
| Figura 4.7. Comparación de la Dureza Total de agua cruda, tratada con Sulfato de aluminio y mucílago de tuna.....   | 60 |
| Figura 4.8. El Color del agua cruda asociada con mucílago de tuna.....  | 62 |
| Figura 4.9. Comparación del Color entre agua cruda, tratada con Sulfato de Aluminio y mucílago de tuna.....   | 63 |
| Figura 4.10. Sólidos Disueltos Totales (SDT) de agua cruda asociada con mucílago de tuna.....   | 65 |
| Figura 4.11. Comparación de los Sólidos Disueltos Totales entre agua cruda, agua tratada con sulfato de aluminio y agua tratada con mucílago de tuna..... | 66 |

**“UTILIZACIÓN DEL MUCÍLAGO DE TUNA (*Opuntia ficus-indica*) EN EL  
MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGUA DE CONSUMO HUMANO, EN LA  
COMUNIDAD DE PUSIR GRANDE, PROVINCIA DEL CARCHI”**

**Autor:** Ing. Bayro Javier Morejón Díaz

**Tutor:** Dr. Kentaro Tomita (PhD)

**Año:** 2017

**RESUMEN**

Dentro del proceso para tratamiento de agua para consumo humano, se utilizan coagulantes químicos como el Sulfato de Aluminio  $Al_2(SO_4)_3$ , sin embargo, según estudios realizados, se ha comprobado que este insumo deja aluminio residual, el mismo que podría causar enfermedades como el Alzheimer. En la naturaleza, existen especies vegetativas que tienen características coagulantes y que es posible usarlas para minimizar los químicos. En esta investigación se utilizó el mucílago de Tuna (*Opuntia ficus-indica*) en estado fresco para la clarificación del agua de consumo humano en la comunidad de Pusir Grande, Provincia del Carchi, aprovechando que esta materia prima existe en la zona. Los ensayos se realizaron a nivel laboratorio para lo cual se utilizó agua cruda proveniente del tanque desarenador de la planta de tratamiento de la comunidad. Las pruebas de tratamiento de agua realizadas, permitió evaluar la eficacia del mucílago de tuna en el proceso de coagulación-floculación de agua cruda, donde se analizó los parámetros que intervienen en la clarificación del agua como fueron el pH, la Turbidez, Dureza, Color, Sólidos Disueltos Totales comparados con la Norma Técnica Ecuatoriana (Agua Potable Requisitos, NTE INEN 1 108:2011 Cuarta revisión 2011-06) en el agua de consumo. Con lo cual se confirmó que el uso del mucilago de tuna en una relación

volumétrica 25% mucilago - 75% agua a tratar actúa efectivamente en el proceso de coagulación- floculación.

Finalmente, el análisis costo- beneficio demuestra el éxito de la utilización del mucílago de tuna ya que se aprovecha la materia prima existente y que al mismo rendimiento, los valores demuestran que hay una inversión mínima al emplear el coagulante natural frente al coagulante químico.

Palabras clave: *Opuntia ficus-indica*, coagulante- floculante, tratamiento de agua, coagulante, turbidez, mucílago.



**"USE OF TUNA MUCÍLAGO (*Opuntia ficus-indica*) IN IMPROVING THE QUALITY OF HUMAN CONSUMPTION WATER, IN THE COMMUNITY OF PUSIR GRANDE, CARCHI PROVINCE"**

**Author:** Ing. Bayro Javier Morejón Díaz

**Tutor:** Dr. Kentaro Tomita (PhD)

**Year:** 2017

**ABSTRACT**

In the process for the treatment of water for human consumption, chemical coagulants such as Aluminum Sulfate  $Al_2(SO_4)_3$  are used, however, according to studies, it has been verified that this input leaves residual aluminum, which could cause diseases as Alzheimer. In nature, there are vegetative species that have coagulant characteristics and it is possible to use them to minimize chemicals. This research used the mucilage of Tuna (*Opuntia ficus-indica*) in the fresh state for the clarification of water for human consumption in the community of Pusir Grande, Carchi Province, taking advantage of the fact that this raw material exists in the area. The tests were carried out at the laboratory level, using raw water from the treatment tank of the community treatment plant. The water treatment tests allowed the evaluation of the effectiveness of the tuna mucilage in the process of coagulation-flocculation of raw water, where the parameters involved in the clarification of water were analyzed, such as pH, Turbidity, Hardness, Color, Total Dissolved Solids compared to the Ecuadorian Technical Standard (Drinking Water Requirements, NTE INEN 1 108: 2011 Fourth Revision 2011-06) in drinking water. Thus it was confirmed that the use of the mucilage of tuna in a volumetric ratio 25% mucilage - 75% water to be treated effectively acts in the process of coagulation - flocculation.

Finally, the cost-benefit analysis demonstrates the success of the use of the tuna mucilage since the existing raw material is used and at the same performance, the values show that there is a minimal investment when using the natural coagulant against the chemical coagulant.

Key words: *Opuntia ficus-indica*, coagulant-flocculant, water treatment, coagulant, turbidity, mucilage.

# CAPÍTULO I

## PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

### 1.1 Antecedentes

A nivel mundial a partir de la década de los 50, las comunidades indígenas de México utilizaban la tuna como un recurso alimenticio, medicinal, y purificador ancestral de agua para consumo diario.

Investigaciones realizadas por la Universidad del Sur de la Florida han desarrollado modelación experimental en cuanto a las técnicas apropiadas para una depuración del agua con un alcance más económico y sostenible, encontrándose que en el mucílago de tuna contiene un coagulante natural que sirve para la depuración de agua para consumo humano, removiendo la turbidez en un rango de un 92% hasta un 99% y reduciendo por ende el crecimiento microbiano (Miller *et al.*, 2008).

La investigadora mexicana Blanca Estela Olguín (2013), pudo comprobar que el mucílago de la tuna resultó ser igual de efectivo que el Sulfato de Aluminio y que los costos son muy bajos y es 100% sustentable, con sólo 1.2 gramos de mucílago en polvo del nopal, se puede purificar un litro de agua.

El crecimiento demográfico hace que exista una demanda en cuanto al consumo de agua, pero la disponibilidad de esta cada vez se reduce en las zonas de recarga de las fuentes de agua,

presentes en la parroquia San Vicente de Pusir, del cantón Bolívar, provincia del Carchi – Ecuador.

En el caso particular de la comunidad de Pusir Grande del cantón Bolívar, presenta condiciones limitantes al no contar con un presupuesto económico para la adquisición de insumos químicos en el tratamiento del agua para la planta potabilizadora, razón por la cual este plan de investigación constituye un referente de iniciativa local que permitió desarrollar un estudio de campo de manera experimental.

Para utilizar el mucílago de tuna como insumo natural alternativo en la clarificación de agua de consumo humano, se toma como fundamento los rangos establecidos como permisibles por la Norma Técnica Ecuatoriana (NTE INEN 1108, 2011), que es una adaptación de las Guías para la calidad del agua potable de la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2008), para que mediante la revisión de los datos obtenidos a partir del diseño estadístico, obtener la mejor dosificación del mucílago de tuna para el tratamiento del agua.

## **1.2 Planteamiento del problema**

Los habitantes de la comunidad de Pusir Grande vienen consumiendo agua con un deficiente tratamiento sanitario, situación que ha merecido detectar enfermedades gastrointestinales, especialmente en los grupos vulnerables como son los niños, jóvenes y madres gestantes (MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA, 2016). Por otra parte, se ha observado que la Comunidad no cuenta con un presupuesto constante para adquirir los insumos químicos y realizar los tratamientos necesarios al agua que está consumiendo la población del sector.

### **1.3 Formulación del problema**

Los habitantes de la comunidad de Pusir Grande consumen agua que no cumplen con las características permisibles y aptas para el consumo humano.

### **1.4 Justificación**

Uno de los postulados del Plan Nacional del Buen Vivir, es la buena salud, educación y la sustentabilidad de los recursos naturales de la población y del territorio ecuatoriano. En base a esta orientación, el proyecto de mejoramiento del agua de consumo humano para los habitantes de la Comunidad de Pusir Grande, a través de la utilización del mucilago de tuna, cultivo autóctono y de gran producción en el sector, se convierte en una alternativa natural en el mejoramiento de las características del agua para el consumo humano.

Estudios similares en otras latitudes, señalan la pertinencia y las bondades del mucilago de tuna en el proceso de tratamiento de agua; así como también, los procesos, costos aplicables y alcanzables para comunidades rurales (Manjarres, 2015). Estas investigaciones se realizaron con una baja inversión y de fácil implementación, debido a que en la zona de estudio se contó con el suficiente abastecimiento de mucílago de la tuna (*Opuntia ficus-indica*), materia prima en los estudios. La utilización del mucílago de tuna en la clarificación y tratamiento del agua se considera como una alternativa que puede remplazar al tratamiento químico, y que en base al presente estudio ya se viene aplicando en la comunidad de Pusir Grande.

Por tal motivo, esta investigación es un aporte importante en el campo científico-académico - social y para la comunidad por entregar una alternativa asequible, de bajo costo, disponibilidad del material vegetativo, de fácil aceptación y acogida por sus beneficiarios.

## **1.5 Objetivos**

### **1.5.1 Objetivo general**

Mejorar la calidad del agua de consumo humano utilizando mucílago de tuna (*Opuntia ficus-indica*) en la comunidad de Pusir Grande, Provincia del Carchi.

### **1.5.2 Objetivos específicos**

- Extraer un coagulante-floculante natural a partir del mucílago de los cladodios de tuna.
- Determinar la relación volumétrica óptima de la mezcla mucílago de tuna-agua para el mejoramiento de la calidad del agua de consumo humano en Pusir Grande.
- Realizar un análisis costo-beneficio del coagulante-floculante natural del mucílago de tuna en el mejoramiento de la calidad de agua de consumo humano.

## **1.6 Hipótesis**

**Ho:** La utilización de mucílago de tuna no influye en el mejoramiento del agua para consumo humano en la comunidad de Pusir Grande.

**Ha:** La utilización de mucílago de tuna influye en el proceso de mejoramiento del agua para consumo humano en la comunidad de Pusir Grande.

### **1.7 Valor práctico del Estudio**

La comunidad de Pusir Grande cuenta con un limitado sistema de gestión de abastecimiento de agua potable, la falta de recursos económicos imposibilita el suministro de insumos químicos y el mantenimiento apropiado a la planta potabilizadora. Por esta razón, se plantó esta investigación siguiendo los postulados del método científico, con el fin de contar con una alternativa viable, económica y sustentable del mejoramiento de la calidad del agua de consumo humano con el mucílago de tuna y a la vez, conseguir el bienestar de las personas, mejorando su nivel de vida, salud y bienestar cotidiano, entregando el líquido vital con características aptas para su consumo.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### **2.1 El Nopal o Tuna (*Opuntia ficus-indica*)**

Es una planta cactácea conocida también como cactus o tuna que se adapta fácilmente a zonas con escasas de agua. Las hojas no poseen gran cantidad de espinas, presenta un tallo color verdoso y succulento, las flores presentan coloraciones llamativas y sus frutos son pulposos y comestibles (Nogués *et al.*, 2013). Esta planta presenta un alto contenido nutricional tanto para el ser humano como para animales como caprinos y ovinos. Es rica en carbohidratos y bajo en valor proteico (Beale, 2013).

El cultivo representa para algunos países una fuente de ingresos tanto económicos y alimenticios y como consecuencia de ello promueven su propagación a nivel mundial, incrementando el valor nutricional como fuente alimenticia en la dieta diaria del hombre. Uno de los países más representativos en la producción y empleo de la cactácea es México (Espino *et al.*, 2010). Estudios indican que cerca de un 30% de los cultivos de las cactáceas presentes en México presentan altos impactos negativos que ponen en riesgo su permanencia debido al incremento de la agricultura y ganadería y el avance urbanístico de las zonas rurales (Padrón-Pereira, 2012).

##### **2.1.1 Taxonomía**

La tuna pertenece al género *Opuntia*, de la familia de las Cactáceas. Se han descrito hasta la fecha 125 géneros y 2,000 especies, de acuerdo con el Instituto Nacional de Ecología



(Anónimo, 2011). Son plantas, suculentas arborescentes, arbustivas o rastreras, se caracterizan por tener tallos o cladodios en forma de paletas, que son planos, suculentos y articulados, llamados comúnmente pencas, que alcanzan hasta 60-70 cm de longitud (Figura 2.1). Sobre ambas caras del cladodio se hallan las yemas, llamadas areolas, que presentan en su cavidad espinas (Agüero-Reyes *et al.*, 2005).



**Figura 2.1.** Características de la tuna o nopal (*Opuntia ficus-indica*)  
Fuente: Fuentes, 2016

La nomenclatura científica de la tuna es la siguiente:

|                          |                             |
|--------------------------|-----------------------------|
| Nombre Científico        | <i>Opuntia ficus-indica</i> |
| Reino                    | Plantae                     |
| Phylum                   | Magnoliophyta               |
| Clase                    | Magnoliopsida               |
| Orden                    | Caryophyllales              |
| Familia                  | Cactaceae                   |
| Género                   | Opuntia                     |
| Epíteto Específico       | <i>ficus-indica</i>         |
| Autor Epíteto Específico | (L.) Mill.                  |

### **2.1.2 Importancia ecológica**

La tuna podría ser un medio importante para la economía rural, debido a que tiene altos rendimientos y beneficios alimenticios y medicinales. Su adaptabilidad a tierras áridas hace que sus requerimientos de agua y suelo no sean exigentes como sucede en la mayoría de otras especies vegetales (Olivero *et al.*, 2013).

### **2.1.3. Alternativas de utilización de residuos de *Opuntia ficus indica***

De acuerdo con Salinas *et al.* (2014) existen diversas opciones para la reutilización de los residuos:

- Uso como leña, los cladodios viejos presentan una cutícula lignificada y numerosas fibras que le dan una consistencia casi leñosa. En estas condiciones podrían tener una posibilidad de uso como combustible, tal como se realiza en algunos países de África.
- En la producción de biogás, la incorporación de cladodios de tuna en la digestión anaeróbica de guanos animales, favorecería la fermentación metanogénica, siempre que el pH de las mezclas de estas materias primas se mantenga dentro de rangos neutros o ligeramente ácidos. La inclusión de un porcentaje adecuado de cladodios en guanos animales, influye positivamente en el tiempo de inicio del proceso de fermentación vegetal. Esto se atribuye a la fuente energética y carbonada que proporciona el nopal, favoreciendo el desarrollo de bacterias acidogénicas que generan el sustrato que requieren las metanobacterias, aceleran el proceso metanogénico y concentran esta actividad en un menor tiempo.

- Lombricultura y fertilizantes, la lombricultura es una tecnología que requiere una inversión mayor que el compostaje ya que necesita infraestructura adecuada para el desarrollo de las lombrices (lechos) y un mayor control del nivel de humedad de los mismos. Además, se debe iniciar el lecho de lombriz con materiales orgánicos previamente degradados, para evitar fases de temperaturas superiores a 55 °C que habitualmente se alcanzan en los bioprocesos de tipo aeróbico. En este sentido, el bioabono mezclado con guanos animales también podría ser usado como lecho, puesto que el proceso de biodigestión elimina las sustancias que pueden producir fermentaciones de alta temperatura.
- Reacondicionamiento de suelos, estudios realizados en el Campo Experimental Antumapu de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile en los tres años de las experiencias realizadas, los bioabonos no produjeron cambios significativos en propiedades físicas del suelo; sin embargo, al comparar con el tratamiento testigo, existió una tendencia a aumentar el agua aprovechable, aumentar la velocidad de infiltración y a disminuir la densidad aparente. Es probable que a largo plazo (5 - 10 años) o en suelos pobres en materia orgánica, se puedan apreciar diferencias significativas en las propiedades físicas del suelo con la incorporación de bioabonos.

## **2.2 El mucílago de Nopal (*Opuntia ficus-indica*)**

Es una sustancia gelatinosa consistente, que por sus propiedades se la ha empleado en diferentes aplicaciones dentro de la industria alimenticia (Rodríguez-Gonzales *et al.*, 2009),

farmacéutica (Villanueva & Torrestiana, 2012), cosmética, construcción, en el sector energético, agroindustrial y en la industria de aditivos naturales (Saenz, 2006).

El contenido del mucílago de tuna representa un compuesto muy complejo por la capacidad de formar redes moleculares, es un biopolímero que contiene polisacáridos similares a las pectinas que permiten el encapsulamiento y la separación de los sólidos disueltos del agua (Gutiérrez-Cortez *et al.*, 2011).

Estudios sobre su estructura y composición han determinado la presencia de compuestos como L-arabinosa, ácido D-galacturónico, D-galactosa, D-xilosa, L-ramnosa, que al ser polisacáridos permiten aglutinar sustancias presentes en el agua. (Sepulveda y Graham, 2007; Lozada-Cornejo *et al.*, 2012).

### **2.3. Propiedad coagulante - floculante**

Los términos coagulante y floculante se emplean indistintamente en el proceso de potabilización de agua, con la formación de agregados.

Coagulante: Desestabiliza un coloide producido por la eliminación de las dobles capas eléctricas que rodean a todas las partículas coloidales, con la formación de núcleos microscópicos.

Floculante: Aglomera las partículas desestabilizadas primero en microflóculos, y más tarde en aglomerados voluminosos llamados flóculos.

Para la eliminación de partículas se recurre a los procesos de coagulación y floculación, la coagulación tiene como objetivo anular las partículas en suspensión es decir facilitar su aglomeración. Prácticamente este procedimiento es caracterizado por la dispersión rápida de productos químicos.

La floculación tiene por objeto favorecer con la ayuda de la mezcla lenta al contacto entre las partículas dispersadas. Las partículas se aglutinan para formar un floc que puede ser fácilmente eliminado por los procedimientos de decantación y filtración (Andía, 2010).

Abraján (2008) y Olivero *et al.* (2013), confirman que en un sistema de tratamiento de agua (potabilización) se presentan procedimientos o niveles para tratar el agua, y que va generalmente desde la coagulación, floculación, sedimentación, filtración y desinfección, de los cuales nos permiten obtener un agua más segura.

El nivel de clarificación depende mucho de la inserción de coagulación y floculación porque a partir de ellos se neutralizan las partículas coloidales encontradas en el agua (Bernal-Pacora *et al.*, 2011).

El nopal o tuna presenta características significativas como coagulante natural que hoy en día pueden ayudar en el tratamiento de agua para consumo humano, siendo de importancia mundial contar con investigaciones relevantes en la aplicabilidad de sistemas de depuración en el tratamiento de agua (Ramírez y Jhoan, 2014). Con el empleo de este tipo de coagulante natural se minimiza el uso de coagulantes químicos (Villabona *et al.*, 2013).

## 2.4 Coagulantes Químicos y Naturales más comunes utilizados en la clarificación del Agua.

### 2.4.1 Coagulante químico

Para Olivero *et al.* (2013) el Sulfato de Aluminio o alumbre, es el coagulante químico más utilizado para la clarificación del agua porque remueve los microorganismos entre un 90 y 99% al ser utilizado en condiciones óptimas (Miller *et al.*, 2008). Sin embargo, puede ser fácilmente asimilado por el hombre, con potenciales consecuencias negativas a largo plazo. Sus efectos se asocian con varias formas de cáncer, Alzheimer y enfermedades óseas (Gurdián y Coto, 2011). Una dosificación de Sulfato de Aluminio ( $Al_2(SO_4)_3$ ) superior a 0,1 mg/L en agua para consumo humano puede ser un factor de riesgo para la demencia, especialmente para el mal de Alzheimer (Parra *et al.*, 2011). Además, el alumbre genera grandes cantidades de lodos que no pueden ser utilizados como biosólidos porque impactan negativamente los suelos y el agua debido a su ecotoxicidad (Miller *et al.*, 2008; Yin, 2010).

Por lo anterior, surge como alternativa para sustituir o minimizar el uso del Sulfato de Aluminio ( $Al_2(SO_4)_3$ ), la utilización de coagulantes naturales obtenidos de especies vegetales de la familia Moringaceae, como *Moringa oleífera*, *Moringa stenopetala*; de la familia Cactaceae, como *Cereus deficiens* conocido como cactus o cardón lefaria, *Opuntia cochinellifera*, *Opuntia wentiana* (Parra *et al.*, 2011), *Opuntia ficus-indica* (Pichler *et al.*, 2012), *Stenocereus griseus* (Fuentes *et al.*, 2011) conocido como cardón dato, cardón guajiro o yosú; de la familia Loganiaceae, como *Strychnos potatorum* (Nirmala Rani & Jadhav, 2012); entre otras. Existen muchas ventajas al utilizar coagulantes naturales para el proceso de clarificación del agua.

Las sustancias derivadas de éstas especies son consumibles (Esquivel, 2004; Fuentes *et al.*, 2011), por tal razón su presencia en el efluente no genera un riesgo tóxico para el ser humano. Los lodos generados por los coagulantes de especies vegetales son altamente biodegradables (Yin, 2010; Gurdián y Coto, 2011). Cuando se utiliza alumbre como coagulante, se produce una mayor cantidad de lodos que al emplear coagulantes naturales (Gurdián y Coto, 2011; Yin, 2010). Además, los costos de adquisición: importación del Sulfato de Aluminio ( $Al_2(SO_4)_3$ ), son mayores comparados con los costos de elaboración: transporte de los coagulantes fabricados a base de plantas (Gurdián y Coto, 2011; Yin, 2010).

#### **2.4.2 Coagulante natural**

Los polímeros naturales se han usado por más de 4000 años en países como la India, África y China. Además, son una alternativa con un alto potencial y que presentan una mínima o nula toxicidad. Algunos se fabrican a partir de productos naturales con capacidad coagulante y desinfectante: alginatos (extractos de algas), almidones (extractos de granos vegetales), derivados de la celulosa, ciertas gomas, *Moringa oleífera* (Moringa), *Jatropha curcas* (Piñón Mejicano), *Hibiscus sabdariffa* (Rosa de Jamaica), *Prosopis juliflora* (Frijol mezquite), *Cactus latifaria* en Venezuela y *Opuntia ficus indica* (Nopal, tuna) (Solís, Laines y Hernández, 2012).

#### **2.4.3 Coagulantes metálicos**

Principalmente los coagulantes metálicos son los más utilizados en la clarificación de aguas y eliminación de DBO y fosfatos de aguas. Tienen la propiedad de actuar como coagulantes-floculantes al mismo tiempo. Los más representativos en la aplicación están: Sulfato de Aluminio, Sulfato Férrico, Cloruro Férrico y el Aluminato de Sodio. Sin embargo,

tienen el inconveniente de ser muy sensibles a un cambio de pH. Si éste no está dentro del intervalo adecuado la clarificación es pobre y pueden solubilizar Hierro (Fe) ó Aluminio (Al) y generar problemas (Guzmán *et al.*, 2013).

## **2.5 El Nopal o Tuna (*Opuntia ficus-indica*) como agente depurador**

Aproximadamente hace dos siglos atrás el mucílago del nopal o tuna (*Opuntia ficus-indica*) era la mejor fuente depuradora de agua empleado por los antepasados mexicanos al ser un método de fácil utilización, completamente natural y de mínimo costo, siendo actualmente una alternativa viable en zonas privadas del servicio de agua potable (Mannise, 2012).

Con la aplicación de este tipo de coagulante vegetal se logra minimizar recursos económicos que a veces es el principal factor limitante al momento de la desinfección del agua para consumo humano. Requiere de bajas dosis de aplicación para contrarrestar los agentes que polucionan el agua y que representan una eficacia similar o superior al Sulfato de Aluminio ( $Al_2(SO_4)_3$ ) (Guzmán *et al.*, 2013).

Asimismo, se disminuye la turbidez y a la vez se remueven características que están directamente proporcionales a ella, como es el pH y la conductividad. Según Buttice *et al.* (2010) el coagulante presente en el mucílago de nopal o tuna muestra también un potencial bactericida, cuya aplicabilidad viene desde años atrás adaptándolas de acuerdo a su aceptabilidad.

Para Jiménez, Vargas y Quirós (2012), el tratamiento de agua a partir del mucílago del nopal o tuna como mecanismo neutralizante de color sobre el agua comprobaron que, en agua



con alta alcalinidad y turbidez presentó un mejor resultado que en condiciones inversas sobre estas variables.

El Sulfato de Aluminio ( $Al_2(SO_4)_3$ ), es uno de los coagulantes que más se emplean en los procesos de tratamiento de agua para consumo humano, representando un valor económico muy elevado por la cantidad que se requiere para obtener el mejor resultado. Muchos países lo emplean sin tomar en cuenta que al ser un producto químico produce reacciones negativas en la salud humana (Quirós *et al.*, 2014).

Quirós *et al.* (2010) y Parra *et al.* (2011) corroboran que altos niveles de aluminio residual mayores a 0.110 mg/l en aguas tratadas ponen en peligro la salud de las personas en 1.5 veces mayor el riesgo de contraer la enfermedad del síndrome de Alzheimer.

Las acciones depuradoras del nopal o tuna representan una función importante al momento de implementar un tratamiento, el nopal o tuna cuenta con una acción efectiva al remover arsénico que es perjudicial para la salud del hombre, un problema en las zonas mineras donde se extrae oro (Plitt, 2010).

## **2.6 Calidad del Agua cruda**

Las fuentes más comunes para el agua potable son agua subterránea y el agua superficial, como es el caso de ríos, lagos y presas artificiales. La calidad del agua más alta se encuentra normalmente río arriba y en mar abierto, mientras que la más degradada se encuentra río abajo y en zonas costeras y de estuarios. Entre los contaminantes de fuentes diseminadas más importantes se encuentran los sedimentos en suspensión, los nutrientes, los plaguicidas y los

materiales que consumen oxígeno. Aunque no son problemas a escala mundial, el agua con grandes concentraciones de sal y los materiales radioactivos pueden ser contaminantes en muchos lugares (Montoya, Loaiza, Torres, Cruz, & Escobar, 2011).

### **2.6.1 Características físicas**

Las características físicas del agua, llamadas así porque pueden impresionar a los sentidos (vista, olfato y gusto), tienen directa incidencia sobre las condiciones estéticas y de aceptabilidad del agua. Las características definidoras de los fenómenos físicos aparecidos por la existencia de episodios de contaminación en el medio hídrico proporcionan información complementaria e independiente a la aportada por los contaminantes químicos o biológicos detectados también en él. Muchos de los parámetros como son el color, el olor, el sabor y la turbidez, satisfacen inequívocamente esta categoría, junto con los demás, pero no siempre pueden considerarse por separado de la composición química del agua contaminada propia de ese momento (Torrelavega, 1996)

#### **2.6.1.1 Turbidez**

La turbidez es la capacidad de un líquido de diseminar un haz luminoso, puede deberse a partículas de arcilla provenientes de la erosión del suelo, algas o a crecimientos bacterianos. La medición de la turbidez se realiza mediante un turbidímetro o nefelómetro. Las unidades utilizadas son, por lo general, Unidades Nefelométricas de Turbidez (UNT) (Severiche, Castillo, & Acevedo, 2013)

La Turbidez está principalmente formada por arcillas en dispersión. El término arcilla comprende una gran variedad de compuestos, pero en general se refiere a la tierra fina (0,002 mm de diámetro de grano o menos), a veces coloreada, que adquiere plasticidad al mezclarse con limitadas cantidades de agua. Químicamente son silicatos de aluminio con fórmulas bastante complejas. (Montoya, Loaiza, Torres, Cruz, & Escobar, 2011)

### **2.6.1.2 Color**

El color es la capacidad del agua para absorber ciertas radiaciones del espectro visible. El color natural en el agua existe debido al efecto de partículas coloidales cargadas negativamente. Puede estar asociado a sustancias en solución (color verdadero) o a sustancias en suspensión (color aparente). Se mide en unidades de color (UC) y unidades de color verdadero (UCV). La unidad de color (UC) es el color producido por un mg/L de platino, en la forma de ion cloroplatinato (la intensidad del color es proporcional al platino, el cobalto forma el complejo que permite medir el color), es expresado en unidades de la escala Pt-Co (Pacheco, 2016).

### **2.6.1.3 Olor y sabor**

El olor, junto con el sabor, son determinaciones organolépticas de carácter subjetivo para las cuales no existen instrumentos de observación, ni registro, ni unidades de medida. A través del sentido del olfato puede detectarse la presencia de sustancias que están en el agua en mínimas cantidades. Un agua destinada a la alimentación debe ser completamente inodora. En efecto, todo olor es un signo inequívoco de contaminación o de la presencia de materias orgánicas en descomposición (Samboni, Carvajal, & Escobar, 2010).

#### **2.6.1.4 Temperatura**

Es uno de los parámetros físicos más importantes en el agua, pues por lo general influye en el retardo o aceleración de la actividad biológica, la absorción de oxígeno, la precipitación de compuestos, la formación de depósitos, la desinfección y los procesos de mezcla, floculación, sedimentación y filtración. Los límites aceptables varían entre 5 y 15<sup>0</sup>C, pero la temperatura óptima debe considerarse la comprendida en el intervalo de 10 a 12<sup>0</sup>C (Severiche, Castillo, & Acevedo, 2013).

#### **2.6.1.5 Sólidos**

Se denomina así a los residuos que se obtienen como materia remanente luego de evaporar y secar una muestra de agua a una temperatura dada. Según el tipo de asociación con el agua, los sólidos pueden encontrarse suspendidos o disueltos (Samboni, Carvajal, & Escobar, 2010).

#### **2.6.1.6 Conductividad**

La conductividad o Conductancia es la habilidad de una sustancia para conducir corriente eléctrica. La unidad más utilizada para expresar la conductividad es el micromhos/cm, y en el sistema internacional de unidades (SI) el siemens o microsiemens. El agua químicamente pura tiene una muy baja conductividad eléctrica, el cual es un valor que tiene significancia puramente teórica, ya que el agua pura es muy difícil de obtener (Torrelavega, 1996)

## **2.6.2 Características químicas**

### **2.6.2.1 Alcalinidad**

Es la capacidad del agua de neutralizar ácidos. La alcalinidad está influenciada por el pH, la composición general del agua, la temperatura y la fuerza iónica. Sin embargo, aniones de ácidos débiles (bicarbonatos, carbonatos, hidróxido, sulfuro, bisulfuro, silicato y fosfato) pueden contribuir a la alcalinidad (Soto, 2010).

La alcalinidad es importante en el tratamiento del agua porque reacciona con coagulantes hidrolizables (como sales de hierro y aluminio) durante el proceso de coagulación. Además, este parámetro tiene incidencia sobre el carácter corrosivo o incrustante que pueda tener el agua y, cuando alcanza niveles altos, puede tener efectos sobre el sabor (Pacheco, 2016).

### **2.6.2.2 Dureza**

Corresponde a la suma de los cationes polivalentes expresados como la cantidad equivalente de carbonato de calcio, de los cuales los más comunes son los de calcio y los de magnesio. Aún no se ha definido si la dureza tiene efectos adversos sobre la salud. Pero se la asocia con el consumo de más jabón y detergente (Soto, 2010)

Un agua dura puede formar depósitos en las tuberías y hasta obstruirlas completamente. Esta característica física es nociva, particularmente en aguas de alimentación de calderas, en las cuales la alta temperatura favorece la formación de sedimentos (Montoya, Loaiza, Torres, Cruz, & Escobar, 2011).

La dureza está relacionada con el pH y la alcalinidad; depende de ambos. En términos generales, puede considerarse que un agua es blanda cuando tiene dureza menor de 100 mg/l; medianamente dura, cuando tiene de 100 a 200 mg/l; y dura, cuando tiene de 200 a 300 mg/l (en todos los casos, como CaCO<sub>3</sub>) (Soto, 2010).

### **2.6.2.3 pH**

El pH es el logaritmo negativo o el logaritmo recíproco de la actividad del ión hidrógeno en una solución acuosa o de otro solvente especificado. El valor del pH juega un papel importante en ciertos procesos de potabilización, como la coagulación, la desinfección por cloro, el ablandamiento y el control de corrosión. Su medición es usada universalmente para expresar la intensidad de las condiciones ácidas o alcalinas de una solución. Es un indicador de la acidez de una sustancia. Está determinado por el número de iones libres de hidrógeno (H<sup>+</sup>) en una sustancia (Samboni, Carvajal, & Escobar, 2010).

## **6.3 Características biológicas**

### **2.6.3.1 Coliformes totales**

Los coliformes totales se reproducen en el ambiente, proporcionan información sobre el proceso de tratamiento y acerca de la calidad sanitaria del agua que ingresa al sistema y de la que circula en el sistema de distribución. No constituyen un indicador de contaminación fecal (Ramos, Vidal, Vilardey, & Saavedra, 2008).

### **2.6.3.2 *Escherichia coli***

Es el principal indicador bacteriano en el agua. Diversos estudios han demostrado que la *Escherichia coli* está presente en las heces de los seres humanos y los animales de sangre caliente entre 10<sup>8</sup> y 10<sup>9</sup> por gramo de heces. No se multiplican en forma apreciable en el ambiente (Ibíd., p. 90).

## **2.7 Calidad del agua potable**

El agua potable es aquella que cumple con los requisitos microbiológicos, organolépticos, físicos, químicos y radioactivos que establecen las normas sanitarias de calidad de agua potable y que se considera apta para el consumo humano. De acuerdo a lo establecido por la (OMS, 2008), el agua potable debe cumplir con los siguientes requisitos:

- No debe contener sustancias nocivas para la salud, es decir, carecer de contaminantes; biológicos (microbios y / o gérmenes patógenos), químicos, tóxicos (orgánicos o inorgánicos) y radiactivos.
- Poseer una proporción determinada tanto de gases (O<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub>), como de sales inorgánicas disueltos(as).
- Debe ser incolora o translúcida, inodora y de sabor agradable.

En las siguientes tablas se muestra los estándares nacionales de calidad de agua, según la Norma Técnica Ecuatoriana Voluntaria, Agua Potable Requisitos, NTE INEN 1 108:2011 Cuarta revisión 2011-06.

El agua potable debe cumplir con los requisitos que se establecen en la Tabla 2.1.

**Tabla 2.1:** Tabla de Parámetros de calidad de Agua Potable

| PARAMETRO                             | UNIDAD                             | Limite máximo permitido |
|---------------------------------------|------------------------------------|-------------------------|
| <b>Características físicas</b>        |                                    |                         |
| Color                                 | Unidades de color aparente (Pt-Co) | 15                      |
| Turbiedad                             | NTU                                | 5                       |
| Olor                                  | ---                                | no objetable            |
| Sabor                                 | ---                                | no objetable            |
| <b>Inorgánicos</b>                    |                                    |                         |
| Antimonio, Sb                         | mg/l                               | 0,02                    |
| Arsénico, As                          | mg/l                               | 0,01                    |
| Bario, Ba                             | mg/l                               | 0,7                     |
| Boro, B                               | mg/l                               | 0,5                     |
| Cadmio, Cd                            | mg/l                               | 0,003                   |
| Casuros, CN                           | mg/l                               | 0,07                    |
| Cloro libre residual <sup>a</sup>     | mg/l                               | 0,3 a 1,5 <sup>1)</sup> |
| Cobre, Cu                             | mg/l                               | 2,0                     |
| Cromo, Cr (cromo total)               | mg/l                               | 0,05                    |
| Fluoruros                             | mg/l                               | 1,5                     |
| Manganeso, Mn                         | mg/l                               | 0,4                     |
| Mercurio, Hg                          | mg/l                               | 0,006                   |
| Níquel, Ni                            | mg/l                               | 0,07                    |
| Nitritos, NO <sub>2</sub>             | mg/l                               | 50                      |
| Nitros, NO <sub>2</sub>               | mg/l                               | 0,2                     |
| Plomo, Pb                             | mg/l                               | 0,01                    |
| Radiación total $\alpha$ <sup>*</sup> | Bq/l                               | 0,1                     |
| Radiación total $\beta$ <sup>**</sup> | Bq/l                               | 1,0                     |
| Selenio, Se                           | mg/l                               | 0,01                    |

<sup>a</sup> Es el rango en el que debe estar el cloro libre residual luego de un tiempo mínimo de contacto de 30 minutos

<sup>\*</sup> Corresponde a la radiación emitida por los siguientes radionucleidos: <sup>210</sup>Po, <sup>224</sup>Ra, <sup>228</sup>Ra, <sup>232</sup>Th, <sup>234</sup>U, <sup>238</sup>U, <sup>239</sup>Pu

<sup>\*\*</sup> Corresponde a la radiación emitida por los siguientes radionucleidos: <sup>60</sup>Co, <sup>85</sup>Sr, <sup>90</sup>Sr, <sup>132</sup>I, <sup>131</sup>I, <sup>134</sup>Cs, <sup>137</sup>Cs, <sup>210</sup>Pb, <sup>226</sup>Ra

|   | Máximo             |
|---|--------------------|
| Coliformes fecales <sup>(1)</sup> :                     |                    |
| - Tubos múltiples NMP/100 ml ó                          | < 1,1 <sup>*</sup> |
| - Filtración por membrana UFC/ 100 ml                   | < 1 <sup>**</sup>  |
| <i>Cryptosporidium</i> , número de ooquistes/100 litros | Ausencia           |
| <i>Giardia</i> , número de quistes/100 litros           | Ausencia           |

<sup>\*</sup> < 1,1 significa que en el ensayo del NMP utilizando 5 tubos de 20 cm<sup>3</sup> ó 10 tubos de 10 cm<sup>3</sup> ninguno es positivo

<sup>\*\*</sup> < 1 significa que no se observan colonias

(1) ver el anexo 1, para el número de unidades (muestras) a tomar de acuerdo con la población servida

Fuente: NTE INEN 1 108:2011 Cuarta revisión 2011-06

## 2.8 Rceso de potabilización del Agua

Arocha (2011), determina que el suministro de agua potable es un problema que ha ocupado al hombre desde la antigüedad. El proceso de potabilización de agua cruda, básicamente



consiste en la eliminación de turbidez, color, impurezas de distinto tipo, compuestos volátiles; con el fin de obtener un agua inocua para el consumo humano. Este proceso se cumple en una serie de pasos:

**Captación y conducción:** La captación de aguas superficiales se realiza por medio de tomas de agua que se hacen en los ríos, diques, lagunas o cualquier fuente de captación. Esta agua es conducida por medio de canales abiertos a las plantas de tratamiento de agua potable.

- **Coagulación-floculación:** estos procesos consisten fundamentalmente en la desestabilización y posterior eliminación de materia orgánica disuelta y partículas coloidales del agua, tanto de carácter orgánico (virus, algas, bacterias, etc.) como inorgánicos (óxidos metálicos, arcillas, etc.)
- **Decantación:** esta empieza cuando la coagulación termina, ya que el peso específico de los flocs formados superan al del agua y así pueden precipitar.
- **Filtración:** se la emplea para obtener una mejor clarificación y consiste en pasar el agua a través de un medio poroso normalmente de arena.
- **Cloración o desinfección:** en este paso se asegura más la potabilidad del agua, se le agrega cloro que elimina agentes microbianos y lo que es muy importante, su desarrollo en el recorrido hasta las viviendas.
- **Distribución:** finalmente se bombea el agua que se encuentra en la planta de tratamiento a la ciudad.

### **2.8.1 Test de Jarras**

Para el proceso de coagulación-floculación es necesario determinar la cantidad del coagulante a agregar al agua, para ello se tiene que hacer un ensayo conocido como “Jar Test” o Test de Jarras. La prueba de jarras es un procedimiento común de laboratorio para determinar las condiciones óptimas. Este método permite realizar ajustes en las variaciones en la dosis de coagulante o polímero, alternando velocidades de mezclado a pequeña escala, con el fin de predecir el funcionamiento de una operación a mayor escala de tratamiento. Una prueba de jarras simula los procesos de coagulación y floculación que fomentan la eliminación de los coloides en suspensión y materia orgánica que puede conducir a problemas de turbidez, olor y sabor (Abramovich, y otros, 2004).

El aparato de prueba de jarra contiene seis remos que remueven el contenido de seis envases o vasos, mismos que deben ser de 2 litros (L), preferentemente, o de 1 L alternativamente. Se debe evitar usar vasos más pequeños, debido a la dificultad de obtener precisión en la dosificación de pequeños volúmenes de coagulantes. Un envase actúa como un control, mientras que la condición de funcionamiento puede variar entre los restantes cinco contenedores. Presenta un medidor de revoluciones por minuto (RPM) el cual permite el control uniforme de la velocidad de mezclado en todos los contenedores (Acosta, 2006).

### **2.9 Balance Costo/Beneficio entre el coagulante químico y orgánico.**

El análisis de costo-beneficio comprende el proceso mediante el cual analiza las alternativas frente a la toma de decisiones en la implementación de un proyecto, la toma de la decisión

correcta es considerada cuando el costo de una de estas alternativas es restado del beneficio de la misma. El objetivo de realizar este análisis nos permite reconocer cual inversión constituye la mejor opción a implementarse.

Para la clarificación del agua los coagulantes más empleados son los de origen inorgánico, los mismos que pueden llevar a ciertas desventajas tanto ambientales como económicas, debido a que los lodos generados en las etapas de floculación-coagulación y sedimentación formados por estos coagulantes que generalmente son vertidos a fuentes de agua, están compuestos por sustancias inorgánicas que alteran los procesos naturales del agua.

Económicamente los coagulantes inorgánicos son más costosos al tratarse de químicos que en su producción consumen mucha energía, generando también residuos que causan contaminación al ambiente. En cambio, los coagulantes naturales representan de un costo bajo, y que actúan en el agua sin afectar sus propiedades químicas iniciales incidiendo positivamente en la salud de las personas. Estos coagulantes naturales generalmente son empleados en plantas potabilizadoras para poblaciones pequeñas, convirtiéndose en una ventaja económico social y ambiental favorable (Arnal y Sancho, 2006).

## CAPÍTULO III

### METODOLOGÍA

#### 3.1 Descripción del área de estudio

El área de la investigación se encuentra en la Comunidad de Pusir Grande perteneciente a la Provincia del Carchi, Cantón Bolívar, Parroquia San Vicente de Pusir, al Noroeste del Río Chota que sirve de límite entre las provincias de Imbabura y Carchi, en las coordenadas (WGS 84) 166673.09 E; 50978.80 N (Figura 3.1).



**Figura 3.1.** Mapa de Ubicación de la Parroquia San Vicente de Pusir.  
Fuente: Gobierno Provincial de Imbabura, 2013.

Las condiciones climáticas de la zona pertenecen a un clima cálido-seco con una zona de vida perteneciente a bosque seco espinoso. Las fluctuaciones de temperatura media anual oscilan entre los 22 °C y los 30 °C, con un rango de precipitación media anual de 300 a 500 mm. Los rangos de altitud oscilan entre los 1.515 m.s.n.m., en la parte baja de la zona, y los 1.670 m.s.n.m., en la parte más alta.

### **3.2 Tipo de investigación**

La investigación fue de tipo experimental, es decir, positivista y cuantitativa, toda vez que el factor de estudio fue los porcentajes de mucílago de tuna, misma que se evaluó frente al Sulfato de Aluminio, insumo químico que se viene aplicando en la purificación del agua de consumo humano; se suma en esta investigación los análisis físico-químicos desarrollados en el tejido vegetal de la tuna (mucílago), suelo, agua cruda y tratada determinados en laboratorio.

La investigación experimental, determina las relaciones causa-efecto de las distintas concentraciones del mucílago de la tuna en el agua de consumo humano, a través del análisis de los datos obtenidos en campo y laboratorio, y confirmando la validez de sus resultados con la aplicación de un diseño experimental.

### **3.3 Diseño de la investigación**

El factor en estudio de esta investigación fueron las concentraciones del mucílago de la tuna al:

- a. 0%,
- b. 25%,
- c. 50%,
- d. 75% y
- e. 100%

### 3.3.1 Manejo general del ensayo experimental

El desarrollo de la investigación inició con la identificación y selección de los cladodios del cultivo de tuna en el campo, de un área aledaña a la comunidad de Pusir. Luego, la extracción, recolección y análisis en laboratorio del mucílago.

Se prepararon los diferentes tratamientos utilizando el mucílago e identificando el tratamiento testigo. Posterior a la toma de datos de campo y de laboratorio se procedió con el análisis y aplicación del Diseño Experimental Completo al Azar (DCA) y la Prueba de significación de Duncan al 5% (González-Gutiérrez *et al.*, 2009; Badii *et al.*, 2007). Además se consideró identificar un análisis de correlación lineal entre parámetros físicoquímicos para evaluar la existencia de alguna relación entre las variables estudiadas.

#### 3.3.1.1 Tratamientos

Los tratamientos que se evaluaron en el ensayo fueron los siguientes:

**Tabla 3.1:** Tabla Datos para el Diseño Completo al Azar

| <b>Código</b> | <b>Dosificación</b>               | <b>Relación (Mucílago: Agua)</b> |
|---------------|-----------------------------------|----------------------------------|
| T1            | 0% De Mucílago (Testigo absoluto) | 0:100                            |
| T2            | 25% de mucílago de tuna           | 25:75                            |
| T3            | 50% de mucílago de tuna           | 50:50                            |
| T4            | 75% de mucílago de tuna           | 75:25                            |
| T5            | 100% de mucílago de tuna          | 100:0                            |

Fuente: Investigación propia

Elaboración: Autor

### 3.3.1.2 Características del experimento

|                          |             |
|--------------------------|-------------|
| Tratamientos:            | 5           |
| Repeticiones:            | 4           |
| Unidades experimentales: | 20 unidades |

### 3.3.1.3 Análisis estadístico

- **Esquema del análisis de varianza**

**Tabla 3.2:** Tabla esquema para el análisis de varianza

| <b>Factor de Variación</b> | <b>Grados de Libertad</b> |
|----------------------------|---------------------------|
| Total                      | 19                        |
| Tratamientos               | 4                         |
| Repeticiones               | 3                         |
| Error                      | 12                        |

Fuente: Investigación propia                      Elaboración: Autor

- **Tamaño de la unidad experimental**

El tamaño de la unidad experimental corresponde a 250 ml de agua cruda, misma que fue obtenida a la salida del tanque desarenador de la planta potabilizadora de la comunidad de Pusir,

### 3.4 Técnica

En la técnica se señalan los procedimientos y técnicas seguidos y aplicados en la investigación:

### **3.4.1 Análisis físico-químicos y microbiológicos del agua**

El muestreo y análisis del agua se lo realizó a la salida del tanque desarenador de la planta de tratamiento de la comunidad de Pusir (Figura 3.2). Se realizó de acuerdo a los Métodos Normalizados para el análisis de agua potable y residual – APHA-AWWA-WPCF<sup>1</sup>, EDICIÓN No 17, Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1108 – 2010.

La muestra de agua se recolectó manualmente en un recipiente cada hora por el lapso de 12 horas. Los recipientes con las muestras de agua se preservaron en un cooler a 4°C de temperatura. Al final del tiempo de muestreo, las sub-muestras recogidas se unieron para homogenizar el agua, de la cual se tomó una muestra representativa para llevar al laboratorio y realizar los análisis correspondientes.

#### **3.4.1.1 Parámetros físico-químicos**

##### **pH**

El potenciómetro se calibró con la solución buffer. Con una pipeta se tomó una muestra de 100 ml y se depositó en un recipiente, para luego colocar el electrodo del pH y proceder a anotar las lecturas correspondientes (Figura 3.3).

---

<sup>1</sup>(APHA) Asociación Americana de Salud Pública, (AWWA) Asociación Americana de Abastecimiento de Agua, (WPCF) Federación para el Control de la Polución de las Aguas.





**Figura 3.2.** Determinación de pH y Temperatura en laboratorio.  
Fuente: Fuentes, 2016

### **Turbidez**

Se utilizó el Turbidímetro, calibrado con solución buffer. Con una pipeta se tomó una muestra de 10 ml que se depositó en las cubetas del turbidímetro, y al instante se anotaron las lecturas directas correspondientes, en Unidad Nefelométrica de Turbidez (UNT). El límite máximo permitido fue de 5 UNT para el agua potable (Figura 3.4).



**Figura 3.3:** Determinación de la turbidez de los diferentes tratamientos.

Fuente: Tomita, 2016

## Dureza

En un frasco se colocó 5 ml de muestra, se añadió un reactivo de dureza Universal 3 y se procedió a realizar ligeros movimientos para mezclar los contenidos; este procedimiento se denominó titulación. En el mismo frasco se añadió la solución tituladora hardness 3 gota a gota y al mismo tiempo se fue realizando movimientos circulares hasta que la muestra cambie de color rosado a azul, momento en el cual se determinó la dureza total transformada en mg/l (Figura 3.5).



**Figura 3.4:** Determinación de la Dureza de las diferentes muestras  
Fuente: Tomita, 2016

## Color

Para la determinación del color se utilizó un Fotómetro, Se colocó en el equipo la solución patrón preparada con la finalidad de calibrar el Fotómetro y luego por lectura directa se determinó el color expresado en UNT. El color determinado en el programa almacenado en el aparato se calibró a 455 nm basándose en la norma recomendada por APHA de 1 unidad de color igual a 1 mg/l de platino como ion cloro-platinato.

## **Conductividad**

Se tomaron 100 ml. de muestra, las cuales se depositaron en vasos de precipitados de 250 ml y se llevaron a medir en el conductímetro. Asimismo, se colocó la punta del electrodo en cada una de las muestras, y se esperó un minuto hasta que se estabilice (Figura 3.6).



**Figura 3.5.-** Determinación de la Conductividad eléctrica de las diferentes

Fuente: Fuentes, 2016

## **Sólidos Totales Disueltos (STD)**

Se tomaron 100 ml. de muestra, las cuales se depositaron en vasos de precipitados de 250 ml y se llevaron a medir en el conductímetro. Se colocó la punta del electrodo en cada una de las muestras, y se esperó 10 minutos hasta que se estabilice, para proceder a realizar la lectura.

## **Salinidad**

Se tomaron 100 ml. de muestra, las cuales se depositaron en vasos de precipitados de 250 ml y se llevaron a medir en el conductímetro. Se colocó la punta del electrodo en cada una de las muestras, y se esperó un minuto hasta que se estabilice, para proceder a realizar la lectura.

## Alcalinidad

Se lo hace por titulación, se toman 5 ml de muestra y se los colocó en el frasco de mezcla, se agregó gota a gota el indicador bromocresol (Green-Methyl Red), hasta conseguir el color rojo en la solución. En una tabla específica se revisó los mg/l de alcalinidad determinada como CaCO<sub>3</sub> (Figura 3.7).



**Figura 3.6:** Determinación de la Alcalinidad de las diferentes muestras  
Fuente: Tomita, 2016

## Aluminio

Para la determinación del Aluminio se empleó un Fotómetro, se tuvo que preparar una muestra patrón de agua (10 ml) para calibrar el equipo. En un recipiente se colocó 50 ml con la muestra, a la cual se añadió un sobre estandarizado de ácido ascórbico grado reactivo en polvo, se tapó el frasco y se invirtió para disolver el polvo. Luego, en el mismo frasco se procedió a añadir el reactivo Aluver 3 y así mismo se tapó para promover su mezcla. Aparte se realizó la preparación de la muestra patrón llenando una cubeta cuadrada con 10 ml de la solución a la que se agregó el reactivo Bleaching 3, agitando enérgicamente. Se esperó a que reaccione durante 15 min.

Se colocó en el equipo la solución patrón preparada con la finalidad de calibrar el Fotómetro y luego por lectura directa se determinó el aluminio expresado en mg/l.

### **Fosfatos**

En el Fotómetro se seleccionó el programa de fosfatos, se llenó una cubeta cuadrada de 10 ml con la muestra, se añadió un sobre de reactivo phosver 3 y se agitó para mezclar. Se dejó reaccionar durante 2 min. Se preparó el patrón llenando una cubeta cuadrada con 10 ml con la muestra. Se procedió a encerar el equipo y luego por lectura directa se realiza la determinación de fosfatos expresados en mg/l.

### **Hierro**

Para la determinación de hierro se empleó un Fotómetro, en el cual se eligió el programa de hierro, se llenó una cubeta cuadrada de 10 ml con la muestra, se añadió un sobre de reactivo ferover y se agitó para mezclar. Se dejó reaccionar durante 3 min. Se preparó el patrón llenando una cubeta cuadrada con 10 ml con la muestra. Se procedió a encerar el equipo y luego por lectura directa se realiza la determinación de hierro expresada en mg/l.

## **Manganeso**

A partir del Fotómetro, se escogió el programa de manganeso, se llenó una cubeta cuadrada de 10 ml con agua desionizada, en otra se llenó una cubeta cuadrada con 10 ml con la muestra, se añadió un sobre de ácido ascórbico a cada una y se agitó para mezclar.

Se adicionó 12 gotas de reactivo cianuro alcalino y 12 gotas de indicador PAN al 0.1%, agitando con cuidado para mezclar.

Se dejó reaccionar durante 2 min. Se preparó el patrón en una cubeta cuadrada con 10 ml con agua desionizada. Se procedió a encerrar el equipo y luego por lectura directa se realizó la determinación de manganeso expresado en mg/l.

## **Nitratos**

Mediante el uso de un Fotómetro se seleccionó el programa de nitratos, se llenó una cubeta cuadrada de 10 ml con la muestra, se añadió un sobre de reactivo Nitruver 5 se tapó y se agitó para mezclar, durante 1 minuto para reaccionar. Se dejó reaccionar durante 5 min adicionales. Se preparó el patrón llenando una cubeta cuadrada con 10 ml con la muestra. Se procedió a encerrar el equipo y luego se determinó los nitratos expresados en mg/l.

## **Nitritos**

Para la identificación de nitrito se escogió en el Fotómetro el programa de nitritos, se llenó una cubeta cuadrada de 10 ml con la muestra, se añadió un sobre de reactivo Nitriver 3 y se agitó para mezclar. Se dejó reaccionar durante 20 min. Se preparó el patrón llenando una cubeta cuadrada con 10 ml con la muestra. Se procedió a encerar el equipo y luego por lectura directa se determinaron los nitritos expresados en mg/l.

## **Nitrógeno Amoniacal**

En el Fotómetro se escogió el programa de Nitrógeno amoniacal Ness, se llenó un tubo mezclador graduado de 25 ml con la muestra. En otro tubo mezclador se llenó con 235 ml de agua desionizada y se obtuvo el patrón.

Se adicionó 3 gotas de estabilizante mineral y 3 gotas de agente dispersante alcohol polivinílico, a cada tubo, agitando con cuidado para mezclar. Se pipeteó 1.0 ml de reactivo de NESSLER en cada tubo. Se dejó reaccionar durante 1 min. Se preparó el patrón llenando una cubeta cuadrada con 10 ml con el agua desionizada y otra con la muestra preparada. Se procedió a encerar el equipo y luego por lectura directa se determinó el nitrógeno amoniacal expresado en mg/l.

## **Sulfatos**

Se seleccionó el programa de sulfatos en el Fotómetro, se llena una cubeta cuadrada de 10 ml con la muestra, se añadió un sobre de reactivo Sulfaver 4 y se agitó para mezclar. Se dejó

reaccionar durante 5 min. Se preparó el patrón llenando una cubeta cuadrada con 10 ml con la muestra. Se procedió a encerar el equipo y luego por lectura directa se determinaron los sulfatos expresados en mg/l.

### **Fluoruro**

En el Fotómetro se eligió el programa de fluoruro, se llenó una cubeta cuadrada de 10 ml con la muestra, una segunda cubeta se llenó con 10 ml de agua des-ionizada, que consistió en el patrón. Se adicionó cuidadosamente pipeteando 2.0 ml de reactivo SPANDNS 2 en cada celda y se agitó para mezclar. Se dejó reaccionar durante 1 min. Se procede a encerar el equipo con el patrón y luego por lectura directa se determinó el fluoruro expresado en mg/l.

### **3.4.1.2 Parámetros microbiológicos**

#### **Coliformes Totales**

Se filtró la muestra con la ayuda de un filtro artesanal (media nylon) y se tomó 100 ml de muestra, luego se preparó el medio de cultivo de la siguiente manera:

- Se abrió una caja Petri
- Se colocó un Pad absorbente en la cara inferior de la caja
- Se adicionó el medio de cultivo m-Endo Total Coliform Broth

Los 100 ml de muestra se volvieron a filtrar al vacío en un filtro milipore, con un papel filtro de 0.45um y 47mm de diámetro.



Se colocó el papel filtro impregnado con la muestra en la caja Petri, se cubrió la caja, dejando en reposo durante 4 horas para que los coliformes totales se expresen naturalmente. Luego, las cajas Petri se llevó a una incubadora a una temperatura de 37°C durante 48 horas ((Figura 3.8). Pasado este tiempo se valoró el papel filtro, el mismo que indicó las colonias formadas de coliformes totales.



**Figura 3.7:** Determinación Coliformes totales de las diferentes muestras  
Fuente: Fuentes, 2016

### **Coliformes Fecales**

Se destiló la muestra con la ayuda de un filtro artesanal (media nylon) y se tomó 100 ml de muestra, luego se preparó el medio de cultivo de la siguiente manera:

- Se abrió una caja Petri
- Se colocó un Pad absorbente en la cara inferior de la caja
- Se adicionó el medio de cultivo m-FC with Rosolic Acid

Los 100 ml de muestra se volvieron a filtrar al vacío en un filtro milipore, con un papel filtro de 0.45um y 47mm de diámetro. Se colocó el papel filtro impregnado con la muestra en la caja Petri (Figura 3.9).

Se cubrió la caja, dejando en reposo durante 4 horas para que los coliformes fecales se expresen en forma natural. Luego de 4 horas la caja Petri se colocó en la incubadora a una temperatura de 44°C por 16 horas, para luego valorar el papel filtro que indicó las colonias formadas de coliformes fecales.



**Figura 3.8:** Determinación Coliformes fecales de las diferentes muestras  
Fuente: Fuentes, 2016

### **Aerobios Totales**

Se filtró la muestra con la ayuda de un filtro artesanal (media nylon) y se tomó 100 ml de muestra, luego se preparó el medio de cultivo de la siguiente manera:

- Se procedió a abrir una caja Petri e inmediatamente se colocó un Pad absorbente en la cara inferior de la caja y se adicionó el medio de cultivo Trypeptone Glucose Extrac (TGE) Broth
- Los 100 ml de muestra se volvieron a filtrar al vacío en un filtro milipore, con un papel filtro de 0.45um y 47mm de diámetro.
- Colocamos el papel filtro impregnado con la muestra en la caja Petri, tapamos la caja y dejamos en reposo durante 4 horas para que los aerobios se desestresen.
- Luego de pasadas las 4 horas colocamos la caja en la incubadora a una temperatura de 44 grados C. durante 48 horas.

- Pasado este tiempo se procedió a valorar el papel filtro, el que nos indicó las colonias formadas de aerobios totales.

### **Hongos y Levaduras**

Se coló la muestra con la ayuda de un filtro artesanal (media nylon) y se tomó 100 ml de muestra, luego se preparó el medio de cultivo en una caja Petri se colocó un Pad absorbente en la cara inferior de la caja se agregó el medio de cultivo m-Green Yeast and Mold.

Los 100 ml de muestra se volvieron a filtrar al vacío en un filtro milipore, con un papel filtro de 0.45um y 47mm de diámetro. Colocamos el papel filtro impregnado con la muestra en la caja Petri y tapamos la caja y dejamos en reposo durante 4 horas para que los hongos y levaduras se desestresen.

Luego de pasadas las 4 horas colocamos la caja en la incubadora a una temperatura de 44 grados C. durante 48 horas; pasado este tiempo se procedió a valorar el papel filtro, el que nos indicó las colonias formadas de hongos y levaduras.

### **3.4.2 Recolección de cladodios de tuna (*Opuntia ficus-indica*) para análisis de laboratorio**

Se recolectaron 4 paletas o cladodios de tuna jóvenes de aproximadamente 1 año de vida, del terreno aledaño a la planta potabilizadora de agua de la comunidad de Pusir; la selección de estos cladodios fue de manera manual y en función del tamaño, grosor y aspecto salubre, de acuerdo a la metodología empleada por (Arismendi, 2004) luego se trasladaron al laboratorio de Agrocalidad para realizar el respectivo análisis del tejido vegetal y mucilago (Figura 3.10)



**Figura 3. 9:** Recolección de cladodios de tuna (*Opuntia ficus-indica*) para obtención del mucílago

Fuente: Fuentes, 2016

### 3.4.2.1 Análisis físico- químico de la materia prima

- **Humedad**

En el Laboratorio de análisis de suelos, foliares y aguas de AGROCALIDAD se determinó el peso fresco de las muestras de los cladodios. Luego se llevó a la estufa a una temperatura de 65°C por cuatro días, para luego volver a pesar y obtener el peso seco de la muestra.

- **Ceniza**

Para la determinación de la ceniza, se incineró la muestra en el horno a una temperatura entre 550 a 600°C por 2 horas; las cenizas fueron pesadas y expresadas en porcentaje. El dato de la materia orgánica fue el resultado del peso total menos el porcentaje de la ceniza (%).

- **Nitrógeno**

El contenido de nitrógeno total ( $\text{NH}_4^+\text{-N} + \text{NO}_3^-\text{-N}$ ) en el tejido vegetal se determinó a través del método Kjeldahl.

- **Elementos minerales**

La descomposición del tejido vegetal se realizó a través del método del Ácido Nítrico más el Ácido Perclórico y a la vez se determinaron los contenidos de fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg), hierro (Fe), manganeso (Mn), cobre (Cu) y zinc (Zn). Para la determinación del Fósforo (P), se utilizó el método de vanadato para obtener el color amarillo con el fosfomolibdato de amonio que se formó al reaccionar el fósforo (P) en la solución original descompuesta por el molibdato de amonio.

La determinación del potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg), zinc (Zn), cobre (Cu), hierro (Fe) y manganeso (Mn), se realizó por espectrofotometría de Absorción Atómica después de controlar la solución original del ácido nítrico más el ácido perclórico.

### **3.4.3 Extracción del mucílago de la tuna (*Opuntia ficus-indica*)**

Los polímeros orgánicos y en particular el de tuna, han sido usados como alternativas naturales a los productos químicos en las plantas de potabilización, existen variadas metodologías que se han aplicado para este fin, siendo para el caso de este estudio una modificación de la metodología aplicada por (Arismendi, 2004), en donde se realizó ensayos variando la relación volumétrica mucílago de tuna-agua.

Al disponerse de baldes de capacidad de 20 litros y tomando en cuenta que el procedimiento de extracción del mucílago se fundamenta en la saturación del solvente agua con el material vegetal (cladodios), se requiere que esté totalmente sumergida siguiendo las recomendaciones de (Gallardo, Pazmiño, & Enriquez, 2013) que sugieren una relación de aproximadamente 1-10, empleándose en el estudio alrededor de 2 kg de cladodios de tuna por cada 20 L de agua potabilizada.



**Figura 3.10:** Diagrama de flujo del proceso de obtención del coagulante.  
Elaborado por: Javier Morejón.

Para la obtención del coagulante-floculante natural, se utilizaron cladodios jóvenes de las plantas de tuna (1 año de edad), los mismos que fueron lavados con abundante agua, se retiraron las espinas y la cutícula de los cladodios; luego, el material fue cortado en pequeños segmentos de distintos tamaños y depositados en un recipiente con agua potabilizada que utiliza la comunidad dejando un tiempo de reposo prudencial, a fin de favorecer la dilución del gel

contenido en los cladodios de la tuna, finalmente obteniéndose el extracto acuoso de la relación volumétrica mucílago-agua.

El mucílago obtenido se filtró a través de un tamiz adecuado, con el fin de conseguir una solución acuosa limpia y sin presencia de grumos, transformada luego en el coagulante-floculante natural (Figura 3.12).



**Figura 3.11:** Obtención del mucílago de tuna en laboratorio  
Fuente: Tomita, 2016

#### **3.4.4 Determinación de la relación volumétrica óptima del mucílago de tuna-agua mediante el test de jarras**

El test de jarras al ser un método a escala de laboratorio donde se evalúa la suspensión de sólidos disueltos, coloides y otras partículas no sedimentables por gravedad mediante un proceso de coagulación-floculación, permitió conocer la posterior condición del agua estudiada con la solución acuosa (extracto), este proceso se efectuó en la empresa pública de agua potable del Cantón Bolívar, Provincia de Carchi. En 5 vasos de precipitación de 1000 ml de capacidad c/u, se introdujeron en un vaso, 100ml de agua cruda del tanque desarenador de la planta de tratamiento de la comunidad de Pusir Grande, en un segundo vaso se depositaron 75ml de agua cruda con 25 ml de mucílago, en el siguiente vaso, en cambio, se introdujeron 50ml de agua cruda con 50ml de mucílago de tuna; en un cuarto vaso de precipitación se

depositaron 25ml de agua cruda con 75ml de mucílago y por último se introdujeron 100ml de mucílago de tuna únicamente, dando como resultado las dosificaciones en porcentajes del ensayo, siendo 25%, 50%, 75% y 100% respectivamente.

En forma preliminar, se realizaron pruebas de agitación a la solución preparada en los vasos de precipitación a 100, 120 y 150 revoluciones por minuto (rpm), por 5 minutos. Esta labor permitió evidenciar la coagulación y luego, de someter a una agitación lenta a 20 rpm por 20 min, se observó el proceso de floculación. Después de esta práctica la solución se dejó en reposo por 2 horas, éstos parámetros se basaron a las recomendaciones hechas por experiencias realizadas para la obtención de polímeros naturales como potenciales floculantes en el tratamiento de agua para consumo humano. (Quirós Bustos, Vargas, & Jiménez, 2010) (Figura 3.13).

Con una pipeta se extrajo una muestra de la solución de cada uno de los vasos de precipitación para realizar los análisis físico-químicos, así como el pH, turbidez, dureza, color y solidos disueltos totales (Figura 3.13).



**Figura 3.12:** Prueba de Jarras realizada a diferentes revoluciones y obtención de muestras  
Fuente: Fuentes, 2016



### **3.5. Análisis Costo/Beneficio del coagulante – floculante natural del mucílago de tuna en el mejoramiento de la calidad de agua de consumo humano**

En el Análisis de Presupuesto Parcial (APP) se identificó la información importante para la toma de decisiones en los procesos de investigación y la adopción de la mejor alternativa del experimento en comparación a las diferentes alternativas; las decisiones están basadas también en un buen conocimiento de la tecnología para la implementación de alternativas ecológicas y ambientales.

El enfoque del presupuesto parcial, toma en consideración los costos que varían de un tratamiento a otro, costos que permiten al final diferenciar la mejor alternativa (Reyes, 2001).

En esta investigación, el APP se utilizó para comparar el impacto del cambio tecnológico sobre los costos e ingresos de la planta potabilizadora de agua que cuenta la comunidad de Pusir Grande. Este presupuesto se denomina parcial porque no incluye todos los costos que implican el tratamiento del agua, sino sólo aquellos que son diferentes al comparar las prácticas usuales de tratamiento químico (Sulfato de Aluminio) que sigue el GAD Parroquial con la alternativa propuesta (mucílago de tuna).

El GAD Parroquial como administrador del agua debe decidir si continúa empleando el Sulfato de Aluminio para el tratamiento del agua en la planta potabilizadora o elegir un tratamiento natural comprobable, como lo es el mucílago de tuna. Así el uso de este coagulante natural hace disminuir al mismo tiempo el precio y posibles efectos secundarios en la salud de los beneficiarios.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El estudio desarrollado presenta un análisis de las características físico-químicas del agua cruda y tratada con el coagulante-floculante natural utilizado en esta investigación. Estos resultados conllevan a proporcionar el conocimiento de una alternativa viable de tratamiento de agua de consumo humano que se utilizaría en la Comunidad de Pusir Grande.

Durante los ensayos de laboratorio se llegó a determinar la relación volumétrica del coagulante- floculante (mucílago) de *Opuntia ficus-indica* para tratar el agua cruda y medir su eficiencia a través de un análisis de Jarras.

Las pruebas de tratamiento de agua en el laboratorio permitió evaluar la eficacia del mucílago de tuna en el proceso de coagulación-floculación del agua cruda, se evaluó específicamente los parámetros que intervienen en la clarificación del agua como fueron el pH, turbidez, dureza, color y sólidos disueltos totales, y la presencia de éstos según el historial de análisis de laboratorio efectuado en la Empresa Pública de Agua Potable y Alcantarillado del cantón Bolívar, comparados con la NORMA INEN 1108. Todo esto con el objeto de visualizar si existió variación con el empleo del coagulante natural.

Al final, se presentan los resultados del análisis costo-beneficio a través del presupuesto parcial del coagulante natural (mucilago de tuna) frente al químico (Sulfato de Aluminio) utilizado tradicionalmente en el agua de consumo de la comunidad.

#### 4.1. Análisis del tejido vegetal de la planta de tuna (*Opuntia ficus-indica*)

El análisis del tejido vegetal de tuna se muestra en la Tabla 4.1, observándose altos contenidos de absorción a través de las raíces de las plantas de los elementos hierro (Fe), manganeso (Mn), zinc (Zn), cobre (Cu), calcio (Ca) y potasio (K), y bajo contenido de nitrógeno (N) y fósforo (P); sin embargo, se detectó un alto contenido de materia orgánica (86,37%) y cenizas (13,63%). La presencia de estos elementos en la planta de tuna demostró un gran poder de la relación del intercambio catiónico entre el suelo y las raíces de las plantas, así como también, la adsorción de los elementos en los tejidos de la planta, demostrando de esta forma la sobrevivencia del cultivo en estos lugares xerofíticos.

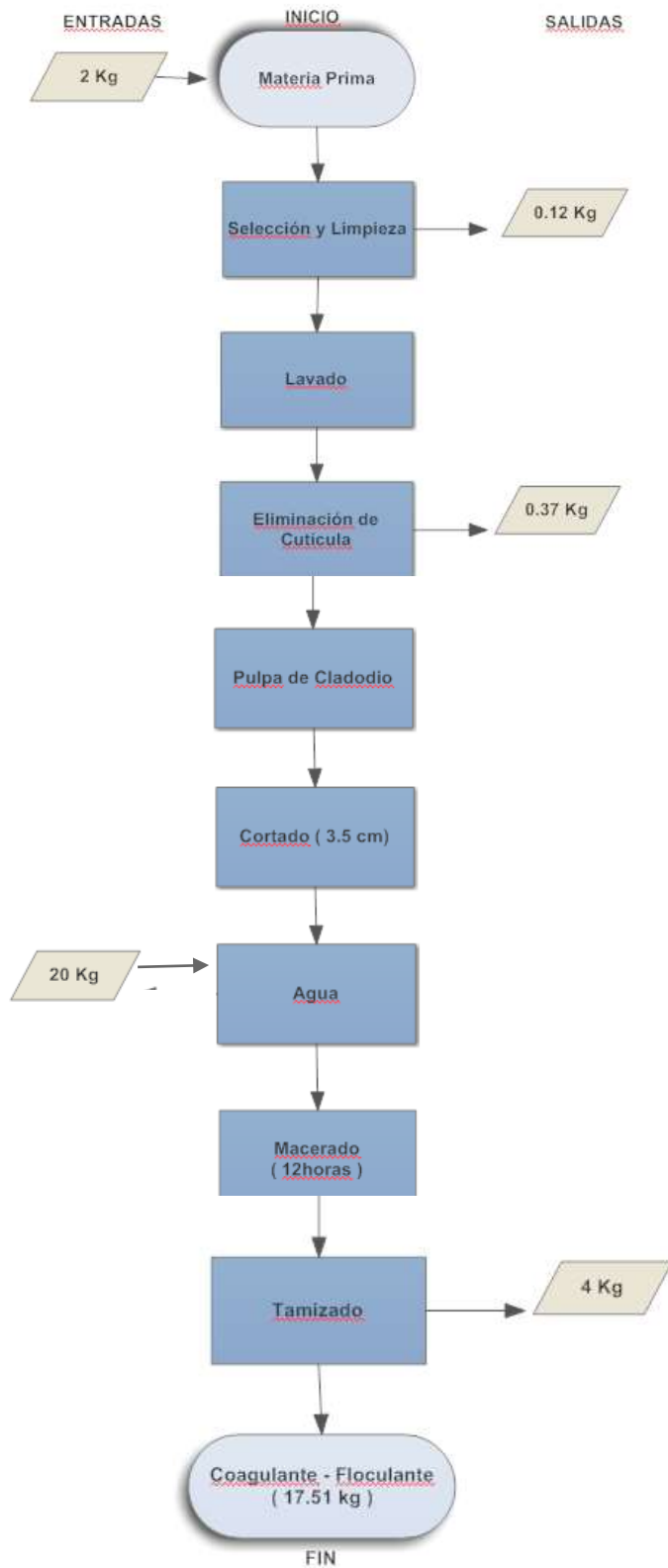
**Tabla 4.1:** Tabla de Análisis del tejido vegetal de tuna (*Opuntia ficus-indica*)

| Cenizas | Materia Orgánica | N    | P    | K    | Ca   | Mg   | Fe     | Mn    | Cu   | Zn    |
|---------|------------------|------|------|------|------|------|--------|-------|------|-------|
|         |                  | %    |      |      |      |      | mg/L   |       |      |       |
| 13,63   | 86,37            | 0,86 | 0,10 | 2,58 | 3,38 | 0,57 | 131,59 | 72,99 | 6,00 | 14,40 |

Fuente: Agrocalidad, 2015

#### 4.2. Extracción del coagulante floculante a partir de cladodios de tuna

Para el proceso de obtención del coagulante-floculante resultado de la relación volumétrica mucilago de tuna-agua fue el siguiente:



**Figura 4.1.** Diagrama de flujo de proceso de extracción de la relación volumétrica mucílago-agua  
Elaborado por: Javier Morejón.

- **Materia prima:** Se recolectó 2 Kg de cladodios de aproximadamente 1 año de edad, procurando obtener raquetas libres de plagas y enfermedades.
- **Selección y limpieza:** Una vez seleccionados los cladodios, se procedió a retirar las impurezas presentes en los mismos, obteniendo la pérdida de 0,12 kg.
- **Lavado:** Los cladodios seleccionados y limpios fueron lavados con abundante agua.
- **Eliminación de cutícula:** A los cladodios seleccionados se realizó la eliminación de la cutícula, quedando como residuo 0,37 Kg.
- **Pulpa de cladodios:** Luego del proceso de retiro de la cutícula o epidermis de los cladodios, obtuvimos la pulpa.
- **Cortado:** La pulpa de los cladodios fue cortado en pequeños segmentos de aproximadamente 3 a 5 cm.
- **Agua:** La pulpa cortada fue sumergida en un recipiente con 20 Kg de agua.
- **Macerado:** Se realizó el proceso de maceración de la pulpa por un tiempo de 12 horas.
- **Tamizado:** Después del proceso de reposo o macerado, las sustancias orgánicas de alto peso molecular contenidas en la pulpa formaron un complejo coloidal con el agua, mismo que demandó ser tamizado, generándose en este paso 4 Kg de despojos.

- Coagulante- floculante: Posterior al tamizado se obtuvo como resultado final 17,51 Kg de extracto acuoso de la relación volumétrica mucilago de tuna-agua.

El mucílago de tuna es un polímero lineal compuesto de polisacáridos emparentados con las pectinas, las cuales le dan las propiedades de generar su propio gel y por ende actuar como coagulante- floculante. De los análisis efectuados se detectó la presencia de polisacáridos en diferentes porcentajes. Tabla 4.2

**Tabla 4.2:** Tabla de Análisis de la composición del mucílago de tuna en 100ml de muestra

| L- arabinosa | D- galactosa | L- ramnosa | D- xilosa | Acido galacturónico |
|--------------|--------------|------------|-----------|---------------------|
| %            |              |            |           |                     |
| 46,20        | 19,17        | 6,72       | 24,01     | 7,10                |

Fuente: Agrocalidad, 2015

#### **4.3. Análisis de parámetros del agua usando el mucílago como coagulante- floculante para el proceso de tratamiento**

El análisis del agua tratada con mucílago de tuna se basó en la Norma Técnica Ecuatoriana (Agua Potable Requisitos, NTE INEN 1 108:2011 Cuarta revisión 2011-06), la misma que permitió la comparación y la obtención de la caracterización cualitativa de la reacción del agua cruda en la primera fase del proceso de potabilización (floculación-coagulación). (Tabla 4.3)

**Tabla 4.3:** Tabla de Condiciones del agua cruda tratada con mucílago de tuna

| Revoluciones por minuto (RPM) | pH   | Turbidez (UNT) | Dureza | Color  | Sólidos Disueltos Totales |
|-------------------------------|------|----------------|--------|--------|---------------------------|
| Mucílago de tuna al 0%        |      |                |        |        |                           |
| 100                           | 8,77 | 11,21          | 57,75  | 18,00  | 111,40                    |
| 120                           | 8,74 | 11,46          | 57,71  | 18,53  | 111,38                    |
| 150                           | 8,70 | 11,12          | 57,78  | 18,32  | 111,42                    |
| Mucílago de tuna al 25%       |      |                |        |        |                           |
| 100                           | 6,93 | 5,89           | 63,52  | 15,50  | 84,30                     |
| 120                           | 6,75 | 5,91           | 63,60  | 15,57  | 84,27                     |
| 150                           | 6,86 | 5,74           | 63,59  | 15,45  | 84,53                     |
| Mucílago de tuna al 50%       |      |                |        |        |                           |
| 100                           | 6,86 | 21,97          | 61,84  | 20,69  | 237,07                    |
| 120                           | 6,81 | 21,96          | 61,88  | 20,75  | 237,11                    |
| 150                           | 6,80 | 21,97          | 61,82  | 20,71  | 237,15                    |
| Mucílago de tuna al 75%       |      |                |        |        |                           |
| 100                           | 6,37 | 60,55          | 142,37 | 33,45  | 244,60                    |
| 120                           | 6,24 | 60,58          | 142,30 | 33,40  | 244,68                    |
| 150                           | 6,31 | 60,49          | 142,33 | 33,38  | 244,70                    |
| Mucílago de tuna al 100%      |      |                |        |        |                           |
| 100                           | 5,62 | 111,12         | 456,41 | 99,81  | 934,33                    |
| 120                           | 5,53 | 111,24         | 456,43 | 99,96  | 934,38                    |
| 150                           | 5,43 | 111,21         | 456,46 | 100,00 | 934,40                    |

Fuente: Investigación propia, 2016

Elaboración: Autor

#### 4.3.1. pH

El tratamiento del agua cruda con el mucílago de tuna se realizó con porcentajes del 0%, 25%, 50%, 75% y 100%, respectivamente.

El análisis de varianza para las pruebas y datos del pH, con las dosificaciones del mucílago de tuna, señaló una alta significación para tratamientos, es decir, el comportamiento de cada uno de ellos fueron diferentes (Tabla 4.4); por lo que el análisis de la prueba Duncan al 5%, determinó al tratamiento con el 25% de mucílago de tuna, mantuvo la neutralidad (6,93 pH) del agua cruda, luego convertida en agua de consumo humano (segundo rango). Sin embargo, la prueba ubicó en el primer rango al tratamiento cero (8,74 pH), sin mucílago de tuna; en el tercer rango a los tratamientos de 50 y 75% de mucílago y en el cuarto rango al tratamiento al con el 100% de mucílago; cabe mencionar que los tratamientos con el 50%, 75% y 100% con mucílago de tuna, tuvieron la tendencia de acidificar el agua de consumo humano

(6,86; 6,37; 5,62 pH), debido a una alta influencia del ácido orgánico acumulado en las vacuolas de las células orgánicas del tejido vegetal presente.( Figura 4.2)

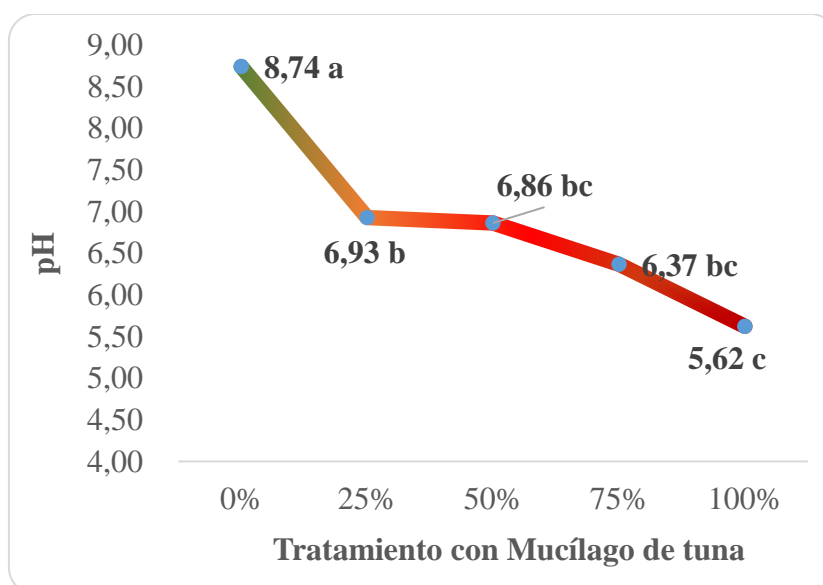
**Tabla 4.4:** Tabla de Análisis de varianza para el pH

| Fuente       | G.L. | S.C.     | C.M.    | F               | Valores de F |      |
|--------------|------|----------|---------|-----------------|--------------|------|
|              |      |          |         |                 | 0,05         | 0,01 |
| Bloques      | 3    | 3,42589  | 1,14196 | 2,3991575       | 3,49         | 5,95 |
| Tratamientos | 4    | 21,22373 | 5,30593 | <b>11,14725</b> | 3,26         | 5,41 |
| Error        | 12   | 5,71183  | 0,47599 |                 |              |      |
| Total        | 19   |          |         |                 |              |      |

Nota: \*\* Diferencia altamente significativa al 1%

Fuente: Investigación propia, 2016

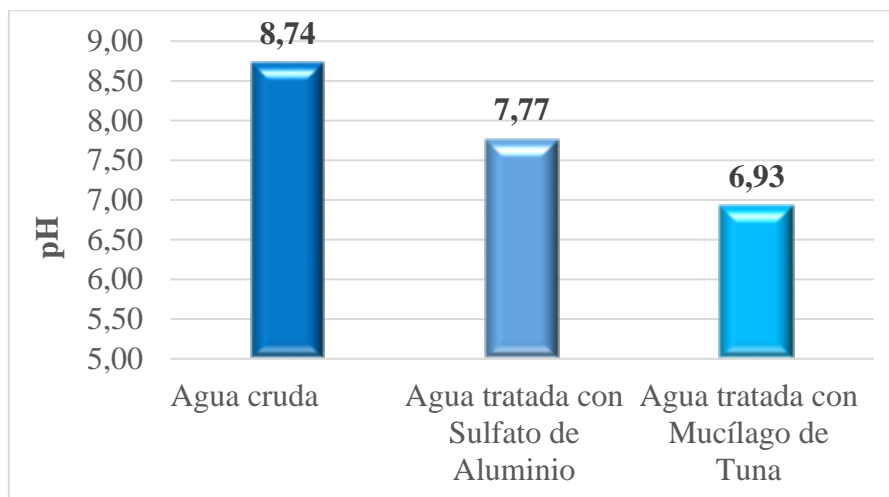
Elaboración: Autor



**Figura 4.2.** El pH del agua cruda asociada con porcentajes de mucílago de tuna  
Fuente: Investigación propia, 2016

Los resultados obtenidos de los análisis (Figura 4.3) dictaminan el valor que es considerado como medio de verificación de la acción de los coagulantes químico y orgánico, siendo el de mayor grado de actuación sobre el agua cruda el coagulante orgánico con un pH de 6,93, con un porcentaje del 25% de mucílago de tuna. Figura (4.3).





**Figura 4.3.** Comparación del pH del agua cruda, tratada con sulfato de aluminio y mucílago de tuna

Fuente: Investigación propia, 2016

Hasta el año 2010 la tercera revisión de la edición N° 17 de la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1108 incluía como parámetro evaluable el potencial hidrogeno (pH), en valores entre 6.5 a 8.5, lo que cambia a partir de la cuarta revisión correspondiente al año 2011 y se mantiene hasta la actual quinta revisión (2014) en donde al determinar los parámetros de calidad del agua potable de los sistemas de abastecimientos públicos y privados a través de redes de distribución y cuyas características químicas, físicas y microbiológicas han sido tratadas a fin de garantizar sus propiedades para el consumo humano, el parámetro de potencial hidrogeno no se evalúa.

Sin embargo, el Anexo 1 del libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente- Norma de calidad ambiental y de descargas de efluentes al recurso agua, incluye la Tabla 1 que corresponde a los criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y domestico establecido mediante Acuerdo Ministerial 097-A, publicado en la edición especial 387 del registro oficial el miércoles 4 de noviembre del 2015. Dicha tabla establece que el pH (medido en unidades potenciométricas) debe encontrarse entre 6-9 valores que entre los cuales se encuentra el agua resultante con la aplicación de mucilago de tuna, lo que indica que desde el punto de vista de inocuidad del agua tratada en lo que respecta al

parámetro pH, el proceso cumple dentro de las dosificaciones entre 25% y 75%. Recalcando que la dosificación con el 25% es el recomendado ya que mantiene su neutralidad.

### 4.3.2. Turbidez

En la revisión de literatura, la turbidez no es más que el grado de pérdida de transparencia del agua debido a la presencia de partículas en suspensión; mide la claridad del agua. Medida de cuántos sólidos (arena, arcilla y otros materiales) hay en suspensión en el agua.

Cuando se aplicaron las dosis de 0%, 25%, 50%, 75% y 100% del mucílago de tuna en las muestras de agua cruda de la comunidad de Pusir Grande, en las cuatro repeticiones, el análisis de varianza para la turbidez (Tabla 4.5), señaló diferencias significativas al 5% para bloques o repeticiones y alta significación al 1% para tratamientos.

**Tabla 4.5:** Tabla de Análisis de varianza para la Turbidez

| Fuente       | G.L. | S.C.        | C.M.       | F                 | Valores de F |      |    |
|--------------|------|-------------|------------|-------------------|--------------|------|----|
|              |      |             |            |                   | 0,05         | 0,01 |    |
| Bloques      | 3    | 1017,78461  | 339,26154  | 3,7684927         | 3,49         | 5,95 | *  |
| Tratamientos | 4    | 30149,89813 | 7537,47453 | <b>83,7257226</b> | 3,26         | 5,41 | ** |
| Error        | 12   | 1080,30951  | 90,02579   |                   |              |      |    |
| Total        | 19   |             |            |                   |              |      |    |

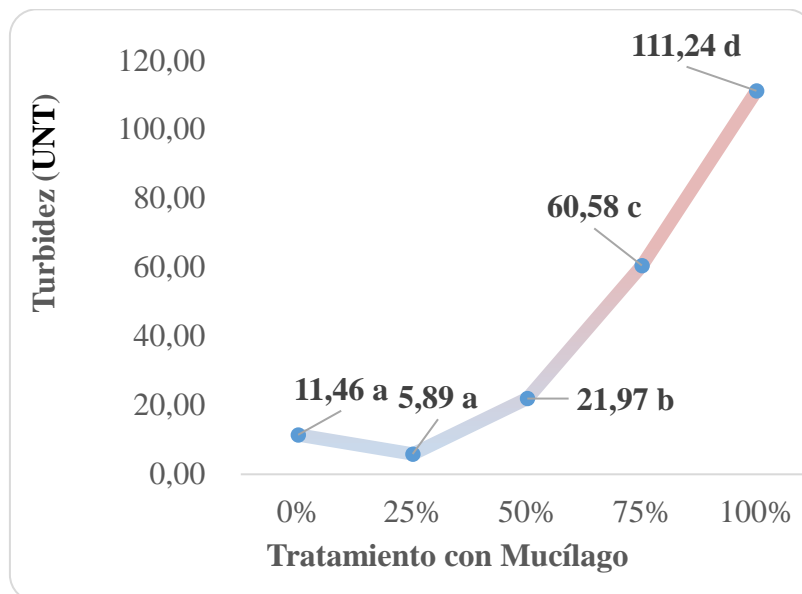
\* Diferencia significativa al 5%

\*\* Diferencia altamente significativa al 1%

Fuente: Investigación propia, 2016

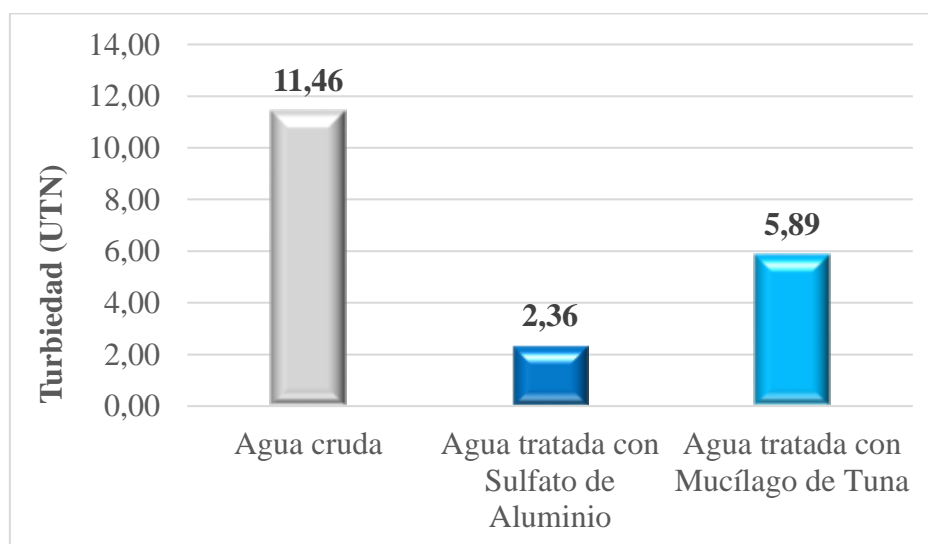
Elaboración: Autor

Habiendo diferencias significativas en los tratamientos, la aplicación de la prueba de significación de Duncan al 5% detectó cuatro rangos, ubicando en el primero a los tratamientos con 25% y 0% de mucílago de tuna con 5,89 y 11,46 UNT; en el segundo al tratamiento con el 50% de mucílago con 21,97 UNT; en el tercero al tratamiento con 75% de mucílago con 60,58 UNT y en el cuarto al tratamiento con el 100% de mucílago con 111,24 UNT, respectivamente (Figura 4.4.)



**Figura 4.4.** La Turbidez del agua cruda asociada con mucílago de tuna.  
Fuente: Investigación propia, 2016

Los resultados de los análisis determinan los valores que indican su acción coagulante – floculante en el agua cruda, como parte integrante del proceso de potabilización del agua (Figura 4.5.)



**Figura 4.5.** Comparación de la Turbiedad de agua cruda, tratada con Sulfato de Aluminio y mucílago de tuna  
Fuente: Investigación propia, 2016

El efecto más importante esperado mediante el tratamiento de agua cruda con mucílago de tuna es el descenso de turbidez ya que las partículas en suspensión coloidal que interfiere el

paso de luz a través del agua van a ser decantadas. La norma legal aplicable determinada por la Norma INEN 1108 quinta revisión (2014) determina los parámetros de calidad del agua potable de los sistemas de abastecimientos públicos y privados a través de redes de distribución y cuyas características químicas físicas y microbiológicas han sido tratadas a fin de garantizar su actitud para el consumo humano, en donde el parámetro de Turbidez juega un papel fundamental como criterio de calidad de agua potable. Dicho valor no ha variado durante el tiempo de vigencia de este cuerpo legal y se establece en 5 Unidad Nefelométrica de Turbidez (UNT). Sin embargo el Anexo 1 del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente- Norma de Calidad Ambiental y de Descargas de efluentes al recurso agua, incluye la tabla N° 1 que corresponde a los criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y doméstico establecido mediante Acuerdo Ministerial 097-A, publicado en la edición especial 387 del Registro Oficial el miércoles 4 de noviembre del 2015. Dicha tabla establece que la Turbiedad (medido en unidades nefelométricas de turbiedad) debe encontrarse en valores inferiores a 100. Es notable señalar que entre estas 2 normativas existe una considerable diferencia que se explica debido al mayor grado de exigencia establecido por la norma INEN 1108.

De acuerdo al límite máximo permitido para la Turbidez en el laboratorio (5 UNT), el tratamiento con 25% de mucílago de tuna se acerca a la estabilización de este parámetro en el agua de consumo humano, por lo tanto sería el porcentaje recomendado para obtener el aclaramiento dentro del proceso de potabilización y utilización del agua en la comunidad; añadiéndose la concepción de un tratamiento ecológico.

### 4.3.3. Dureza

Habiéndose entendido como dureza del agua a la concentración de compuestos minerales que existe en una determinada cantidad de agua, en particular sales de magnesio y calcio. El agua denominada comúnmente como “dura” tuvo una elevada concentración de dichas sales.

Cuando se aplicaron las dosis de 0%, 25%, 50%, 75% y 100% del mucílago de tuna en las muestras de agua cruda de la comunidad de Pusir Grande, en cuatro repeticiones, el análisis de varianza para la dureza (Tabla 4.6), detectó diferencias altamente significativas (1%) para los tratamientos.

**Tabla 4.6:** Tabla de Análisis de Varianza para la Dureza

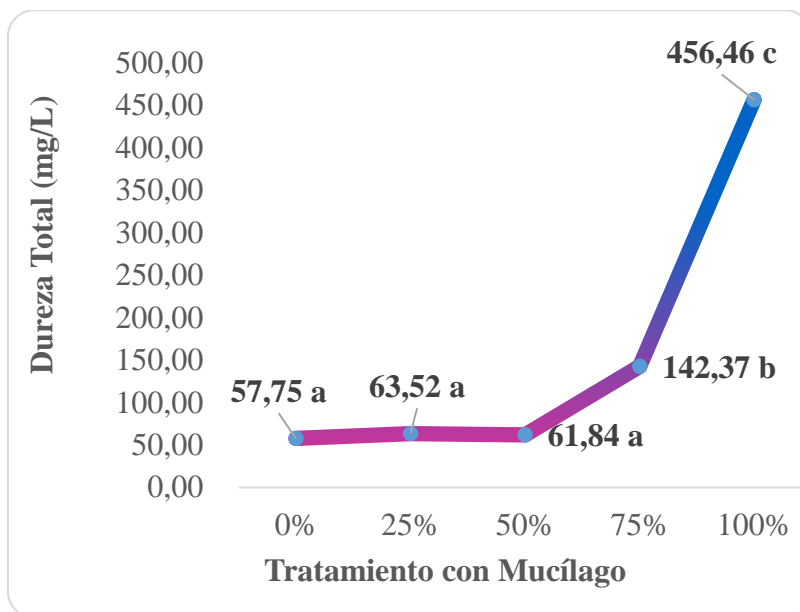
| Fuente       | G.L. | S.C.         | C.M.         | F                 | Valores de F |      |
|--------------|------|--------------|--------------|-------------------|--------------|------|
|              |      |              |              |                   | 0,05         | 0,01 |
| Bloques      | 3    | 3278,09634   | 1092,69878   | 0,6232620         | 3,49         | 5,95 |
| Tratamientos | 4    | 470119,84797 | 117529,96199 | <b>67,0376476</b> | 3,26         | 5,41 |
| Error        | 12   | 21038,32091  | 1753,19341   |                   |              |      |
| Total        | 19   |              |              |                   |              |      |

\*\* Diferencia altamente significativa al 1%

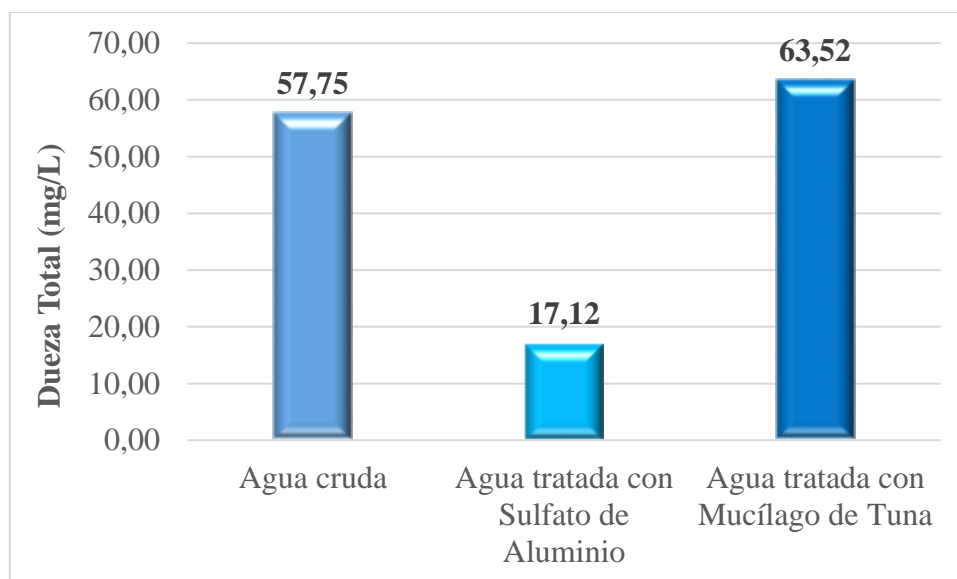
Fuente: Investigación propia, 2016

Elaboración: Autor

La aplicación de la prueba de rango múltiple de Duncan al 5% a los datos promedios, determinó tres rangos, ubicando en el primer rango a los tratamientos 0%, 25% y 50% con 57,75; 63,52 y 61,84 mg/L, en el segundo al tratamiento de 75% con 142,37 mg/L y en el tercer rango al tratamiento del 100% con 456.46 mg/L de mucílago de tuna aplicado a la muestra de agua de la comunidad de Pusir Grande (Figura 4.6).



**Figura 4.6.** La Dureza del agua cruda asociada con el mucílago de tuna.  
Fuente: Investigación propia, 2016



**Figura 4.7.** Comparación de la Dureza Total de agua cruda, tratada con Sulfato de aluminio y mucílago de tuna.  
Fuente: Investigación propia, 2016

El procedimiento de floculación no incide de manera significativa en el contenido total de solidos disueltos entre los cuales se encuentran las sales de calcio y magnesio que conforma el contenido de dureza del agua y que además los valores de este parámetro no se incluyen como parte de evaluación de la norma INEN 1108 y Anexo 1 del Libro VI del Texto Unificado de

Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente- Norma de calidad ambiental y de descargas de efluentes al recurso agua, incluye la tabla N° 1 que corresponde a los criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y domestico establecido mediante acuerdo ministerial 097-A, publicado en la edición especial 387 del registro oficial el miércoles 4 de noviembre del 2015; por lo que con la aplicación del mucilago de tuna se podría aplicar las dosificaciones entre 25% a 75%, por lo que valores superiores a 75% corren el riesgo de superar el límite permisible establecido en la norma INEN 1108. Teniendo en cuenta los límites máximos permitido para el aclaramiento y potabilización de aguas para el consumo humano, el tratamiento con el 25% de mucílago de tuna (63.52 mg/L), normalizo ecológicamente la dureza del agua, como se ha demostrado en esta investigación (Figura 4.7).

#### **4.3.4. Color**

Al analizar el color del agua de consumo de la comunidad Pusir Grande, se tuvo que diferenciar su terminología, así el color verdadero del agua fue la que a la que se eliminó totalmente su Turbidez y el color aparente, se llamó al agua que contenía sustancias disueltas y materiales en suspensión. El fundamento para establecer la coloración de las muestras de agua fue por comparación visual, utilizando una cartilla colorimétrica, la misma que determinó la unidad (UTC: Unidades de color Pt-Co) y el límite máximo permitido para aguas de consumo humano (15 UTC).

Los resultados obtenidos del análisis de varianza para el color, indicaron diferencias significativas al 1% para los tratamientos o dosis de mucílago de tuna (0%, 25%, 50%, 75% y 100%) y una significación al 5% para bloques o repeticiones (Tabla 4.7). Esta información confirma una alta relación entre la Turbidez y el color, ya que tuvieron las mismas tendencias

entre estos factores, resultado que concuerda con lo que indica (Arboleda Valencia, 1992) que las aguas tratadas con soluciones ecológicas (vegetales) se consideran aptas para el consumo humano.

**Tabla 4.7.** Tabla de Análisis de Varianza para el Color

| Fuente       | G.L. | S.C.        | C.M.       | F                | Valores de F |         |
|--------------|------|-------------|------------|------------------|--------------|---------|
|              |      |             |            |                  | 0,05         | 0,01    |
| Bloques      | 3    | 553,77600   | 184,59200  | 5,5266514        | 3,49         | 5,95 *  |
| Tratamientos | 4    | 20173,46800 | 5043,36700 | <b>150,99751</b> | 3,26         | 5,41 ** |
| Error        | 12   | 400,80400   | 33,40033   |                  |              |         |
| Total        | 19   |             |            |                  |              |         |

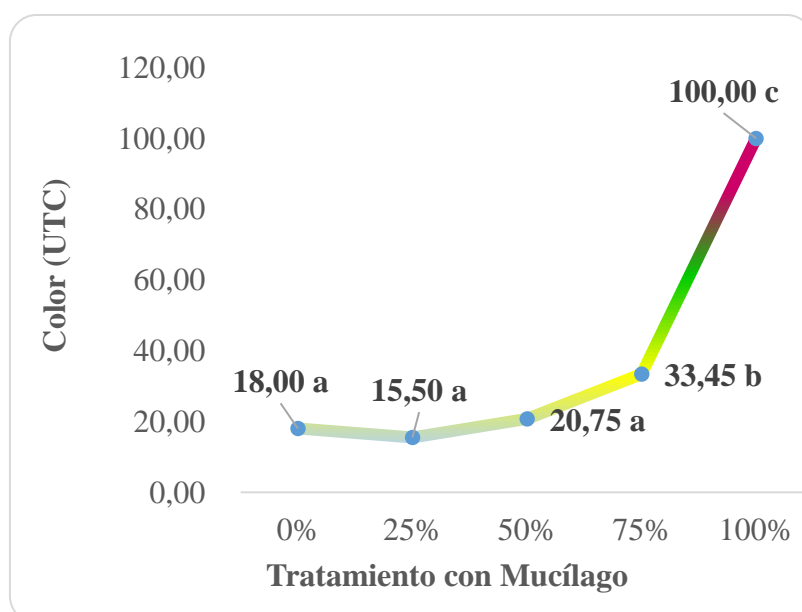
\* Diferencia significativa entre bloques

\*\* Diferencia altamente significativa

Fuente: Investigación propia, 2016

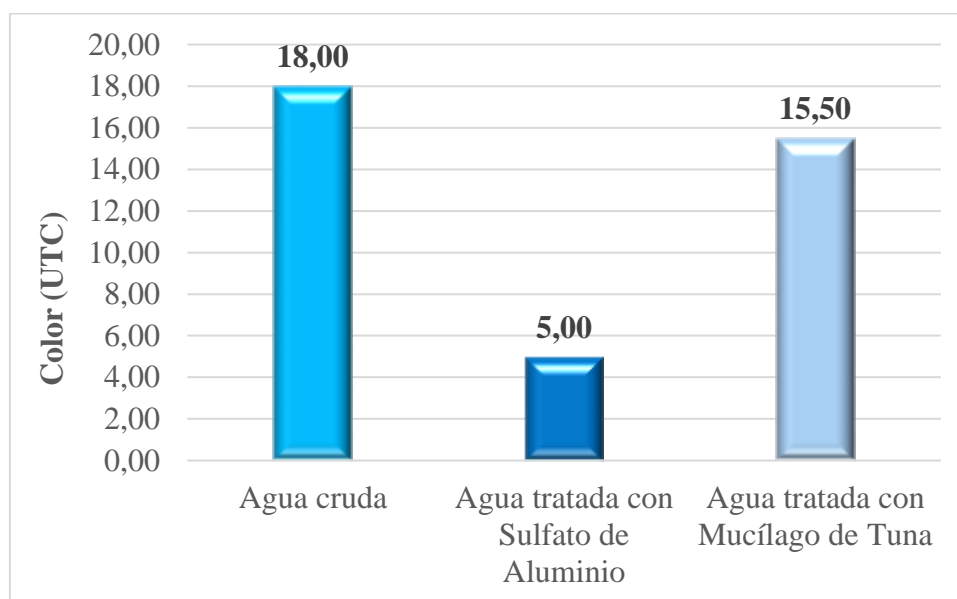
Elaboración: Autor

La prueba de rango múltiple de Duncan al 5% aplicado a los datos promedios del color mucílago de tuna, con 18,00, 15,50 y 20,75 UTC; en el segundo al tratamiento 75% de mucílago con 33,45 UTC y en el tercero al tratamiento 100% de mucílago con 100 UTC, respectivamente (Figura 4.8).



**Figura 4.8.** El Color del agua cruda asociada con mucílago de tuna.  
Fuente: Investigación propia, 2016





**Figura 4.9.** Comparación del Color entre agua cruda, tratada con Sulfato de Aluminio y mucílago de tuna.

Fuente: Investigación propia, 2016

La remoción de turbiedad que en el proceso de floculación mediante mucílago de tuna está relacionada con la variable color ya que una parte de esta viene asociado a la presencia de partículas coloidales en movimiento browniano y asociadas a la turbiedad. Sin embargo hay que considerar que la misma sustancia coagulante- floculante aporta color lo que a priori nos indica que debe obtenerse una dosificación adecuada que no permita sobrepasar los límites permisibles tanto en la norma INEN quinta edición versión 2014 cuyo límite máximo permisible es (15 unidades de color aparente platino cobalto), ni la establecida en el Acuerdo Ministerial 097-A, publicado en la edición especial 387 del registro oficial el miércoles 4 de noviembre del 2015 cuyo valor es (75 unidades de color aparente platino cobalto). En este caso e igual que la turbiedad al ser el destino final del agua una red de distribución para la comunidad de Pusir Grande estableceremos como límite máximo lo dispuesto por la norma INEN 1108. Los resultados coinciden con el caso de la turbiedad ya que con los rangos del 25% al 75% no sobrepasa el criterio de calidad determinado. Tomando en cuenta el límite máximo permitido

para el tratamiento y potabilización de aguas para consumo humano (15,00 UTC), se identificó tres rangos, disponiendo en el primero a los tratamientos 0%, 25% y 50% recomendándose el tratamiento con el 25% de mucílago de tuna (15,50 UTC) para obtener un color estable para el consumo del agua de la comunidad de Pusir Grande (Figura 4.9).

#### 4.3.5. Sólidos Disueltos Totales

Se considera a los sólidos disueltos totales (SDT) como la suma de los minerales, sales, metales, cationes o aniones disueltos o en suspensión en el agua.

Los resultados de las pruebas con los porcentajes de mucílago de tuna (0%, 25%, 50%, 75% y 100%) para el análisis de los sólidos disueltos totales (STD) se muestran en la Tabla 4.6 y Figura 4.9. El análisis de varianza señaló alta significación para tratamientos, por el comportamiento heterogéneo de los mismos (Tabla 4.8).

**Tabla 4.8:** Tabla de Análisis de Varianza para los Sólidos Disueltos Totales (STD)

| Fuente       | G.L. | S.C.          | C.M.         | F                 | Valores de F |      |    |
|--------------|------|---------------|--------------|-------------------|--------------|------|----|
|              |      |               |              |                   | 0,05         | 0,01 |    |
| Bloques      | 3    | 1469,91757    | 489,97252    | 1,1591612         | 3,49         | 5,95 |    |
| Tratamientos | 4    | 1955982,16085 | 488995,54021 | <b>1156,84992</b> | 3,26         | 5,41 | ** |
| Error        | 12   | 5072,34895    | 422,69575    |                   |              |      |    |
| Total        | 19   |               |              |                   |              |      |    |

\*\* Significación al 1%

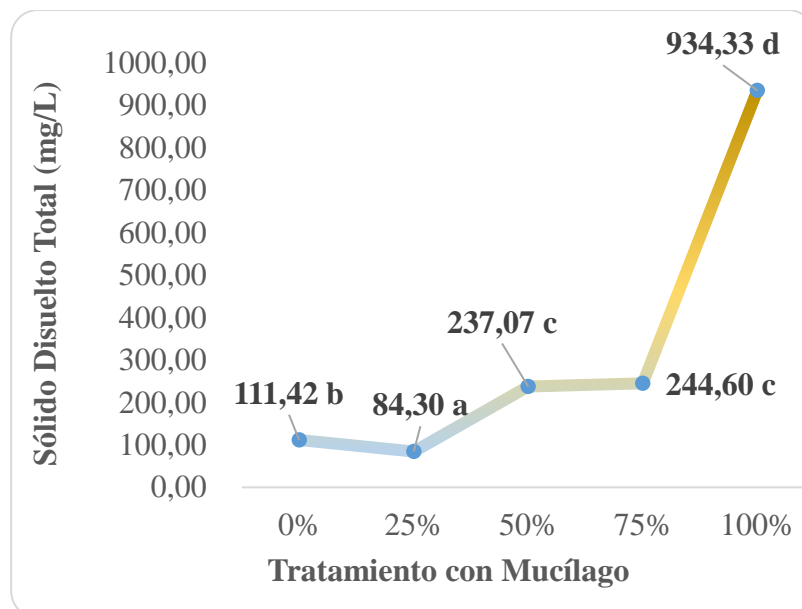
Fuente: Investigación propia, 2016

Elaboración: Autor

Sin embargo, la prueba de rango múltiple de Duncan al 5%, señaló cuatro rangos, ubicando al tratamiento con 25% de mucílago de tuna en el primer rango con 84,30 mg/L; luego al tratamiento con 0% de mucílago con 111,42 mg/L (segundo rango); seguido de los

tratamientos 50% y 75% de mucílago con 237,07 y 244,70 mg/L (tercer rango) y al final al tratamiento con 100% de mucílago con 934,33 mg/L (cuarto rango), respectivamente.

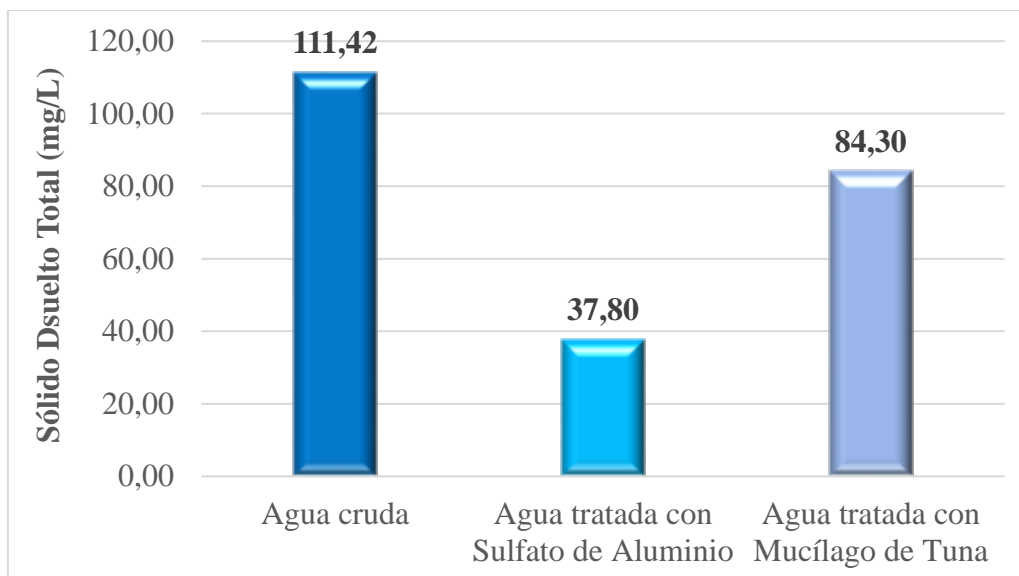
Teniendo en cuenta los resultados obtenidos y el límite máximo permitido para el tratamiento y potabilización del agua para los sólidos disueltos totales (STD) (1015 mg/L) se recomendaría al tratamiento con 25% de mucílago de tuna como floculante-coagulante (Figura 4.10.).



**Figura 4.10.** Sólidos Disueltos Totales (SDT) de agua cruda asociada con mucílago de tuna.

Fuente: Investigación propia, 2016

La Figura 4.11, muestra la comparación de los sólidos disueltos totales (SDT) empleando los diferentes insumos utilizados para el análisis en este estudio, que fueron el Sulfato de Aluminio y el mucílago de tuna. A diferencia del caso de la turbidez, se observó bajo valor para los sólidos disueltos en el agua tratada con Sulfato de Aluminio ( $Al_2(SO_4)_3$ ) lo que no ocurrió con el empleo del mucílago de tuna que no disminuyó significativamente.



**Figura 4.11.** Comparación de los Sólidos Disueltos Totales entre agua cruda, agua tratada con sulfato de aluminio y agua tratada con mucílago de tuna.  
Fuente: Investigación propia, 2016

El procedimiento de floculación no incide de manera significativa en el contenido total de sólidos disueltos, además los valores de este parámetro no se incluyen en el Anexo 1 del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente - Norma de calidad ambiental y de descargas de efluentes al recurso agua, incluye la tabla N° 1 que corresponde a los criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y doméstico establecido mediante Acuerdo Ministerial 097-A, publicado en la edición especial 387 del registro oficial el miércoles 4 de noviembre del 2015; Si embargo si se incluyen en la norma INEN 1108, cuyo límite permisible es de 1015 mg/l por lo que con la aplicación del mucílago de tuna se podría aplicar las dosificaciones de 25% a 75%, por lo que valores superiores a 75% corren el riesgo de superar el límite permisible establecido en la norma INEN 1108, debido al aporte de sales minerales contenidas en el mucílago de tuna.

El proceso de coagulación - floculación de agua cruda mediante la utilización de mucilago de tuna propuesto en esta investigación ha sido evaluado mediante análisis físico-químico de los parámetros: pH, Turbidez, Dureza, Color y Sólidos Disueltos Totales. Es fundamental

determinar que los resultados del tratamiento, al ser un producto de consumo humano y de alto impacto social cumplan lo estipulado en la normativa legal aplicable para este fin. Bajo lo expuesto anteriormente los criterios de calidad establecidos por la norma INEN 1108 y Anexo 1 del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente-Norma de calidad ambiental y de descargas de efluentes al recurso agua, incluye la tabla N° 1 que corresponde a los criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y domestico establecido mediante acuerdo ministerial 097-A, publicado en la edición especial 387 del registro oficial el miércoles 4 de noviembre del 2015 y presentan algunas diferencias que vienen dadas por la apariencia organoléptica( turbiedad y color) más que por la inocuidad y la seguridad alimentaria, que se aseguran en otros procesos tales como la cloración. Existen ventajas comparativas asociadas al uso de un producto orgánico como es el mucílago de tuna en comparación con el comúnmente usado que corresponde al Sulfato de Aluminio debido a la posibilidad del desarrollo de enfermedades degenerativas como el Alzheimer en aluminio soluble (Gurdián y Coto, 2011). La dosificación que brinda los valores más equilibrados en cuanto a lo que rige las normas de calidad.

La dosificación óptima encontrada luego del análisis y verificación de resultados detallados en el presente documento constituye la dosificación de 25%, por constituirse la que mejor acción tuvo en el proceso de clarificación del agua cruda; asimismo, se determina que es viable desde el punto de vista técnico, económico y social. Además, tienen concordancia con las investigaciones previas que si bien es cierto fueron realizadas con mucílago en polvo, también demuestran que dicho tratamiento es eficaz al momento de tratar el agua como complemento a las técnicas usadas en la potabilización. (Tabla 4.9)

**Tabla 4.9:** Tabla de Resultados de los parámetros del agua cruda con relación a la aplicación del mucílago de una al 25%

| PARÁMETRO                 | UNIDAD | EXPRESADO COMO    | Metodología utilizada       | Agua cruda | Muestra de agua tratada con Mucílago al 25% |
|---------------------------|--------|-------------------|-----------------------------|------------|---|
| Potencial de hidrógeno    |        | pH                | ELECTROMETRICO              | 9,48       | 6,93  |
| Turbidez                  |        | UTN               | NEFELOMETRICO               | 59,10      | 5,89  |
| Dureza                    | mg/l   | CaCO <sub>3</sub> | VOLUMETRICO (EDTA)          | 51,36      | 63,52                                       |
| Color                     |        | UTC               | COMPARACIÓN VISUAL<br>Pt-Co | 16,70      | 15,50                                       |
| Sólidos Disueltos Totales | mg/l   | SDT               | CONDUCTIVIMETRO             | 87,80      | 84,30                                       |

Fuente: Investigación propia, 2016

Elaboración: Autor

#### **4.4. Resultados del análisis Costo/Beneficio del coagulante – floculante natural mucílago de tuna en el mejoramiento de calidad de agua de consumo humano**

El establecimiento del ensayo experimental en la localidad permitió evaluar la propiedad coagulante-floculante del mucílago de tuna, en comparación con el tratamiento convencional del agua con Sulfato de Aluminio. Las cantidades y los precios empleados durante este ensayo comprenden datos reales. Los mismos que se presentan en la Tabla 4.10.

**Tabla 4.10:** Tabla de Análisis de Costo/Beneficio entre los insumos utilizados para la clarificación del agua (Sulfato de Aluminio vs Mucílago de Tuna)

| DETALLE  | ALTERNATIVAS        |                  |
|--|---------------------|------------------|
|  | SULFATO DE ALUMINIO | MUCÍLAGO DE TUNA |
| <b>INSUMOS</b>                                     |                     |                  |
| 1. Cantidad de coagulante-floculante (l/día)       | 11,32               | 130,00           |
| 2. Precio de los insumos (\$/l)                    | 1,47                | 0,05             |
| 3. Costo de los insumos (\$/mes) = (1 x 2)*30      | 499,80              | 195,00           |
| 4. Tasa de Interes en 1 año de implementación (%)* | 9,33                | 9,33             |
| 5. Costo de capital (\$/mensual) = (3 x 4)/12      | 3,89                | 1,52             |
| 6. Costos variables (\$/mes) = (3 + 5)             | 503,69              | 196,52           |
| <b>COSTOS</b>                                      |                     |                  |
| 7. Rendimiento (m3/mes)                            | 600                 | 600              |
| 8. Clarificación del agua (\$/m3)                  | 0,84                | 0,33             |
| 9. Inversión total (\$/mes) = (7 x 8)              | 503,69              | 196,52           |
| 10. Ahorro de la inversión (\$/mes)                | -307,17             | -61%             |

\* Tasa máxima de Interés Anual 9,33%

Fuente: Investigación propia, 2016

Elaboración: Autor

**Cantidad de insumos.-** En la planta potabilizadora de agua se utiliza insumos para el correcto funcionamiento de la misma; en razón de la recomendación tecnológica para la fase de coagulación-floculación con el empleo del producto químico; el Sulfato de Aluminio empleado es de 11,32 L/día, mientras que, para el mucílago de tuna determinada en el ensayo, la cantidad recomendada es de 130 L/día.

**Precio de los insumos.-** El valor de los insumos comprende el costo de la compra directa del Sulfato de Aluminio ( $Al_2(SO_4)_3$ ) líquido en tanques de 450 kg y los costos directos e indirectos del mucílago hasta la obtención de la materia prima, siendo el gel coagulante-floculante de la tuna, éstos comprenden precios, para el Sulfato de Aluminio un valor de \$1,47 /L y para el mucílago de tuna de \$0,05/L.

**Costo de los insumos. -** La cantidad de coagulante multiplicada por el precio da el costo del insumo. La cantidad y precio del mucílago de tuna propuesta tiene un costo de \$195 /mes que es el 61% menor que el costo con Sulfato de Aluminio.

**Costo del capital.** - Para el tratamiento óptimo del agua para consumo de la comunidad se necesita de un ingreso económico (capital). El capital tiene un costo que depende de dos factores: la tasa anual de interés, y el tiempo durante el cual se usa el capital.

Estos factores son permitidos sea que el capital se obtenga mediante crédito o sea que el GAD Parroquial disponga de él. La tasa de interés se obtuvo de tabla de Interés Activa del Banco Central del Ecuador de Octubre 2016, siendo la Tasa Máxima de Interés para la Inversión Pública del 9,33% anual.

**Costos variables.**- En el análisis de presupuesto parcial se consideran sólo los costos que varían de una práctica a la otra, siendo el costo de los insumos y el costo del capital. Así, los costos variables son \$503,69/mes para el tratamiento con Sulfato de Aluminio y \$196,52/mes para la propuesta con mucílago de tuna.

**Rendimiento.**- Para la clarificación del agua y abastecimiento de la misma comprende en ambos tratamientos la cantidad de 600 m<sup>3</sup>/mes.

**Precio del agua clarificada.** - La calidad del agua tratada de ambas fuentes de materiales tanto convencional, como ecológica, fue similar. Sin embargo, el precio del tratamiento con Sulfato de Aluminio es superior con respecto al tratamiento con mucílago de tuna, siendo de \$0,84/m<sup>3</sup> y \$0,33/m<sup>3</sup>, respectivamente.



**Inversión total.** - El éxito de la utilización del mucílago de tuna fue evidente al disminuir la inversión de insumos aplicados al mismo rendimiento, los valores demuestran que la inversión mínima de \$196,52/mes es con el mucílago de tuna. (Tabla 4.11)

**Tabla 4.11.** Análisis marginal del ensayo sobre clarificación de agua con Sulfato de Aluminio vs Mucílago de Tuna

| Tratamiento | Costos que varían (\$/m <sup>3</sup> ) | Costos Marginales (\$/m <sup>3</sup> ) | Beneficios netos marginales (\$/m <sup>3</sup> ) | Tasa de Retorno Marginal (%) |
|-------------|--|--|--|------------------------------|
| 1           | 196,52                                 | 307,17                                 | 600,00   | 51,20%                       |
| 2           | 503,69                                 |  | 600,00   |                              |

Fuente: Investigación propia, 2016

Elaboración: Autor

La tasa de retorno marginal indica lo que la comunidad puede esperar ganar, en promedio, con su inversión cuando decide cambiar una práctica (o conjunto de prácticas) por otra. En este caso, la Tasa de Retorno Marginal del aclaramiento del agua de consumo humano de la comunidad de Pusir Grande con el mucílago de tuna fue del 51,20%, frente al tratamiento con el sulfato de aluminio, demostrándose fehacientemente la importancia del tratamiento ecológico sobre el químico, a lo que la comunidad deberá tomar la decisión en utilizarlo basado en esta investigación.

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1 Conclusiones

- El extracto natural se obtuvo de cladodios jóvenes (1 año) de la *Opuntia ficus-indica*, después de un macerado de 12 horas en recipientes con agua potable; sustancia que presentó propiedades como coagulante-floculante habiéndose demostrado en esta investigación la capacidad de capturar y sedimentar partículas en suspensión presentes en el agua cruda, debido a su alta viscosidad del complejo coloidal formado.
- Se concluye que con la relación volumétrica 25% mucílago de tuna – 75% agua a tratar se llega a los parámetros establecidos según la Norma Técnica Ecuatoriana (NTE INEN 1108, 2011), teniendo: pH (6,93 pH), turbidez (5,89 UNT), dureza (63,52 mg/L), color (15,50 UTC unidades de color Pt-Co), y para sólidos disueltos totales (85mg/L).
- El costo del tratamiento de agua para consumo humano de la comunidad Pusir Grande con el Sulfato de Aluminio ( $Al_2(SO_4)_3$ ), es de \$503,69/mes y de \$0,84/m<sup>3</sup>, en comparación con el mucílago de tuna, se redujo a \$196,52 /mes y \$0,33/m<sup>3</sup>, situación que evidencia una ventaja comparativa del procedimiento propuesto con las técnicas tradicionales y que puede considerarse como alternativa viable en el servicio de abastecimiento de agua potable de la comunidad de Pusir Grande, mediante el aprovechamiento sustentable de este recurso natural.

## 5.2 Recomendaciones

- Utilizar la relación 25% mucílago de tuna - 75% agua a tratar, para estabilizar, aclarar y mejorar el agua cruda utilizada para la potabilización y distribución del agua a la comunidad de Pusir Grande.
- Continuar con las investigaciones del mucílago de tuna en referencia a elementos químicos y biológicos del agua cruda.
- Establecer alternativas técnicas que permitan el aprovechamiento intensivo de este recurso agrícola (*Opuntia ficus- indica*) y la implementación de una infraestructura industrial adecuada para su procesamiento a pequeña y mediana escala.
- Realizar la promoción ante diferentes entidades locales, cantonales, provinciales y nacionales la utilización de coagulantes naturales para el mejoramiento y tratamiento de las aguas de consumo humano.
- Liofilizar el mucílago de tuna para tener una mayor y mejor conservación para el uso de tratamiento de agua para consumo humano.
- Utilizar como abono vegetal o alimentación animal el residuo descartado de la extracción del mucílago de tuna, debido que es de alta humedad y elevado contenido de materia orgánica.
- Profundizar el estudio de las relaciones entre la velocidad de decantación de los flósculos del agua en diferentes turbiedades.

## CAPÍTULO VI

### BIBLIOGRAFÍA

#### 6.1. Referencias Bibliográficas

- Abraján, V. M. (2008). Efecto del método de extracción en las características químicas y físicas del mucílago del nopal (*Opuntia ficus-índica*) y estudio de su aplicación como recubrimiento comestible. *Tesis Doctoral*, 212.
- Abramovich, B., Lura, M., Carrea, E., M., G., Haye, M., & Vaira, S. (2004). Acción de distintos coagulantes para la eliminación de *Cryptosporidium* spp. en el proceso de potabilización del agua. *Revista argentina de microbiología*, 97-105.
- Acosta, L. (2006). Estado del arte del tratamiento de aguas por coagulación-floculación. *Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal* , 14-15.
- Agüero-Reyes, A., Rivera-Aguirre, R., & Hernández, H. (2005). Notas sistemáticas y una descripción detallada de *Opuntia ficus-índica*. *Investigación de zonas desérticas*, 200.
- Andia, Y. (Abril de 2010). Tratamiento de Agua: Coagulación y Floculación. Lima, Perú.
- Anónimo. (2011). Monografía del Nopal y la Tuna. *Financiera Rural, Vivir Mejor*, 1-15.
- Arboleda Valencia, J. (1992). Teoría y práctica de la purificación del agua. Editorial Acodal.
- Arismendi, C. (2004). "*Optimización de dos compuestos plastificantes (glicerol y polietilenglicol) en la elaboración de una película plástica comestible obtenida a partir del mucílago de nopal de la especie opuntia tomentosa salm-dyck*". Mexico D.F.
- Arnal, J., J, G. F., & Sancho M, L. G. (2006). Water potabilization in developing countries: natural coagulants. *Environmental Technology*, 325-326.
- Arocha, S. (2011). *Acueductos: Fundamentos Teóricos-Prácticos*. Caracas: Oikos Impresos S.A.

- Badii, M., Castillo, M., Rodriguez, A., & Villalpando, P. (2007). *Diseños experimentales e investigación científica*. México.
- Beale, I. (2013). Penca Forrajera o Tunal Forrajero (*Opuntia ficus indica*). *Revista de Divulgación Técnica Agrícola y Agroindustrial*, 1-7.
- Bernal-Pacora, L., Oyola-Velásquez, M., Calderón-Miñano, B., & Flores-Guarniz, M. (2011). Optimización de floculante natural de tuna (*Opuntia ficus-indica* en la clarificación de las aguas superficiales del distrito de Santa Rosa provincia de Pallasca. *Investigación Científica*.
- Buttice, A. L., Stroot, J. M., Lim, D. V., Stroot, P. G., & Alcantar, N. A. (2010). Removal of Sediments and Bacteria From Water Using Green Chemistry. *Environmental Science & Technology*, 3514-3519.
- Damelli, R., Nuñez, S., Funes Altamirano, J., Avacca, N., Leporati, J., Vergara Ávalos, L., & Venghi, M. (2014). Importancia de la Aplicación de *Opuntia ficus indica*, en el diseño de dispositivo de purificación portátil, para el tratamiento de aguas naturales y contaminadas. *Revista Agronómica Noroeste Argentina*, 64-65.
- Espino Díaz, M., Ornelas Paz, J. d., Martínez Telles, M. A., Santillán, C., Barbosa Canovas, G. V., Zamudio Flores, P. B., & Olivas, G. L. (2010). Development and characterization of edible films based on mucilage of *Opuntia ficus indica* (L.). *Journal of Food Science*, 347-352.
- Estrada, L. A. (2013). Mexicanas Potabilizan Agua con Nopal. *QUO*.
- Gallardo, C., Pazmiño, J., & Enriquez, I. (2013). Extracción y caracterización reológica del mucílago de *Malvaviscos penduliflorus* (San Joaquín). *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 53-108.
- González-Gutiérrez, P., Caldera Díaz, L., & Sánchez-Guzmán, M. d. (2009). *Elementos de diseño de experimentos*. Zapopan - Jalisco: Astra.

- Gutiérrez-Cortez, E., Rojas-Molina, I., Del Real, A., Paredes-Martínez, E., & Rodríguez-García, M. (2011). Condiciones de proceso de extracción de mucílago de mucílago de nopal deshidratado. *Producción del Nopal y Magüey*, 285.
- Guzmán, L., Villabona, Á., Tejada, C., & García, R. (2013). Reducción de la Turbidez del Agua Usando Coagulantes naturales: Una Revisión. *Revista U.D.C.A. Actualidad y Divulgación Científica*, 253-262.
- Jiménez, J., Vargas, M., & Quirós, N. (2012). Evaluación de la tuna (*Opuntia cochenillifera*) para la remoción del color en agua potable. *Tecnología en Marcha*, 55-62.
- Kentaro, T. (2012). *Análisis de suelo, tejido vegetal y fertilidad*. Pilar - Paraguay.
- Loza-Cornejo, S., Terrazas, T., & López-Mata, L. (2012). Fruit, seeds and germination in five species of globose cactaeae. *Interciencia*, 197-203.
- Lugo, B., Salinas, E., Pérez, F., Salinas, F., & Ray, C. (2014). Efecto de las Formulaciones de Composta a partir de Residuos de poda de Nopal. *Virtual Pro Agroindustria de los Productos Orgánicos*, 12-18.
- Manjarres, D. (28 de juiio de 2015). *UTILIZACIÓN DEL MUCILAGO DE NOPAL OPUNTIA FICUS PARA LA PURIFICACIÓN DEL AGUA DESTINADO AL CONSUMO DE ANIMALES DEL BARRIO EL VERGEL*. Obtenido de <http://diananabel.blogspot.com/2015/07/utilizacion-del-mucilago-de-nopal.html>
- Mannise, R. (25 de Septiembre de 2012). *Ecocosas*. Recuperado el 28 de Noviembre de 2014, de Método centenario y sustentable para purificar agua, el nopal: <http://ecocosas.com/eco-ideas/metodo-centenario-y-sustentable-para-purificar-agua-el-nopal/>
- Miller, S. M., Fugate, E. J., Craver, V. O., Smith, J. A., & Zimmerman, J. B. (2008). Toward Understanding the Efficacy and Mechanism of *Opuntia* spp. as a Natural Coagulant for Potential Application in Water Treatment. *Environmental Science & Technology*, 1-6.

- MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA. (10 de Septiembre de 2016). Causas de Morbilidad año 2016. *Ministerio de Salud Pública Distrito 04D02 Montúfar - Bolívar*. Pusir Grande, Carchi, Ecuador: NA.
- Montoya, C., Loaiza, D., Torres, P., Cruz, C., & Escobar, J. (2011). Efecto del Incremento en la Turbiedad del Agua Cruda sobre la Eficiencia de Procesos Convencionales de Potabilización. *Revista EIA*, 137 - 148.
- Nirmala Rani, C., & Jadhav, M. (2012). Enhancing filtrate quality of turbid water incorporating seeds of *Strychnos potatorum*, pads of *Cactus opuntia* and mucilage extracted from the fruits of *Coccinia indica* as coagulants. *Journal of Environmental Research and Development. Revista Agronómica*, 668-1674.
- Nogués, E., Castro, O., Correa, R., Puricelli, M., Pérez, H., & Béale, I. (2013). Revalorización del cultivo de la tuna forrajera (*Opuntia ficus-índica*) una alternativa de uso múltiple para las zonas áridas y semiáridas. *Revista de divulgación técnica agrícola y agroindustrial*, 5-11.
- Olivero Verbel, R. E., Mercado Martínez, I. D., & Montes Gazabón, L. E. (2013). Remoción de la turbidez del agua del Río Magdalena usando el mucílago de nopal (*opuntia ficus indica*). *Producción + Limpia*, 19-27.
- Pacheco, V. (2016). Control de Calidad del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. *Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental - AIDIS*, 252 - 253.
- Padrón Pereira, C. A. (2012). Innovaciones en el agordesarrollo de las cactáceas. *Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 38-79.
- Parra, Y., Cedeño, M., García, M., Mendoza, I., González, Y., & Fuentes, L. (2011). Clarificación de aguas de alta turbidez empleando el mucílago de *Opuntia wentiana*. *Ciencias Exactas, Naturales y Agropecuarias*, 27-33.

- Plitt, Laura. (19 de Mayo de 2010). *Mundo Una Voz Independiente*. Recuperado el 28 de Noviembre de 2014, de Mexicana purifica el agua con un cactus: [http://www.bbc.co.uk/mundo/ciencia\\_tecnologia/2010/05/100510\\_1500\\_agua\\_purificacion\\_lp.shtml](http://www.bbc.co.uk/mundo/ciencia_tecnologia/2010/05/100510_1500_agua_purificacion_lp.shtml)
- Quirós Bustos, N., Vargas, M. C., & Jiménez, J. A. (2010). *Extracción y análisis de polímeros obtenidos a partir de varios productos naturales, para ser usados como potenciales floculantes en el tratamiento de agua para consumo humano*. Costa Rica: CIPA Centro de Investigación en Protección Ambiental.
- Ramírez, H., & Jhoan, J. (2014). Uso potencial de agentes clarificantes y desinfectantes de origen natural para el tratamiento integral del agua caracterizado por pisos térmicos. *Ingeniería Ambiental*, 139-151.
- Ramos, L., Vidal, L., Vilardy, S., & Saavedra, L. (2008). ANÁLISIS DE LA CONTAMINACIÓN MICROBIOLÓGICA (COLIFORMES TOTALES Y FECALES) EN LA BAHÍA DE SANTA MARTA, CARIBE COLOMBIANO. *ProQuest*, 87 - 98.
- Reyes, M. (Junio de 2001). ANÁLISIS ECONÓMICO DE EXPERIMENTOS AGRÍCOLAS CON PRESUPUESTOS PARCIALES. *ANÁLISIS ECONÓMICO DE EXPERIMENTOS AGRÍCOLAS CON PRESUPUESTOS PARCIALES: Re-enseñando el uso de este enfoque*. Guatemala, Guatemala.
- Rodríguez-González, S., Martínez-Flores, H., Ornelas-Nuñez, J., & Garnica-Romo, M. (2009). Optimización de la extracción del mucílago del nopal. *Congreso Nacional de Biotecnología y Bioingeniería*, 112.
- Saenz, C. (2006). Utilización agroindustrial del nopal. *Servicios Agrícolas de la FAO*, 113.
- Samboni, N., Carvajal, J., & Escobar, J. (2010). Revisión de parámetros fisicoquímicos como indicadores de calidad y contaminación del agua. *Ingeniería e Investigación*, 172 - 181.



- Sepulveda, J., & Graham, B. (2007). Aerobic metabolic rates of swimming juvenile mako sharks, *Isurus oxyrinchus*. *Mar Biol.*
- Severiche, C., Castillo, M., & Acevedo, R. (2013). *Manual de Métodos Analíticos para la Determinación de Parámetros Físicoquímicos Básicos en Aguas*. Cartagena de Indias: Fundación Universitaria Andaluza Inca Garcilaso.
- Solís, R., Laines, R., & Hernández, R. (2012). Mezclas con Potencial Coagulante para Clarificar Aguas Superficiales. *Introducción a la Contaminación Ambiental*, 229-236.
- Soto, J. (2010). La dureza del agua como indicador básico de la presencia de incrustaciones en instalaciones domésticas sanitarias. *Ingeniería Investigación y Tecnología*, 167 - 177.
- Torrelavega. (1996). *Jornada Técnica sobre Responsabilidad Civil por Daños al Medio Ambiente*. Madrid: Signatura.
- Villabona, Á., Paz, C., & Martínez, J. (2013). Caracterización de la *Opuntia ficus indica* para su uso como coagulante natural. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 137-144.
- Villanueva, P., & Torrestiana, B. (2012). Efecto de cambios conformacionales del mucílago del nopal. *Academia Española*, 116.

# **ANEXOS**

## ANEXO 1

### Cartas y Certificaciones de Apoyo



*G.A.D PARROQUIAL RURAL DE SAN VICENTE DE PUSIR*

TELEFAX: 062 215008001-001-00

MAIL: jsanvicentepusir@yahoo.com

San Vicente de Pusir 18 de febrero 2015

Sres.

**GOBIERNO PROVINCIAL DE IMBABURA**

Presente.

De mi consideración.

Reciban un cordial saludo de quienes hacemos el Gobierno parroquial de san Vicente de pusir.

La presente tiene por objeto, agradecerles por habernos tomado en cuenta en el proyecto mejoramiento de la calidad de agua en la comunidad de Pusir, en el que estamos puestos a cumplir en lo que sea necesario para llevar adelante exitosamente este proyecto.

Por la atención que se digne dar l la presente me es gusto suscribirme

Atentamente.

Sr. Cosmito Julio Chávez  
PRESIDENTE GAD.PAQ. SAN VICENTE DE PUSIR





1 de octubre del 2015

Cosmito Julio Chávez  
PRESIDENTE DEL GAD PARROQUIAL DE SAN VICENTE DE PUSIR  
Presente.-

Por medio del presente me permito informar que dentro de las actividades del proyecto "UTILIZACIÓN DEL MUCÍLAGO DE TUNA (*Opuntia ficus-indica*) EN EL MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DE AGUA DE CONSUMO HUMANO EN LA COMUNIDAD DE PUSIR GRANDE se procedió a tomar muestras de agua, suelo y material vegetativo (cladodios de tuna), mismas que fueron realizadas con fechas 8 y 31 de agosto con el fin de efectuar los correspondientes análisis de laboratorio e identificar los parámetros de calidad y verificar el estado actual de sus condiciones.

Siguiendo lo programado como siguiente actividad es la preparación del terreno y siembra de la planta de tuna con el objetivo de disponer del material vegetativo para el aprovisionamiento del coagulante-floculante natural del cladodio de esta planta.

Razón por la cual solicitamos se gestione la maquinaria necesaria para las operaciones de campo para proporcionar un ambiente apropiado para la siembra de las plantas.

Ante lo expuesto respaldamos con los resultados de los análisis de agua y suelo para su verificación.

Por la atención prestada y en espera a la respuesta positiva a la petición, nos suscribimos.

Atentamente,

Ing. Javier Morejón  
Maestrante

Ing. Christian Fuentes  
Asesor Ambiental

Dr. Kentaro Tomita  
Asesor Ambiental JICA

Anexo: Resultados de análisis de laboratorio.

## ANEXO 2

### Informe de Encuestas

#### INFORME DE LA ENCUESTA DE SANEAMIENTO Y AGUA POTABLE

##### 1. ANTECEDENTES Y OBJETIVOS

Entre el fin de año 2015 y principios del 2016 los ingenieros Christian Fuentes y Javier Morejón en coordinación con el Sr. Cosmito Chávez Presidente del GAD Parroquial de San Vicente de Pusir impulsan un mecanismo de dotación de una alternativa viable para el tratamiento de agua de la Comunidad de Pusir Grande, este insumo no químico, podría constituirse un elemento para su introducción en el proceso de potabilización de agua de la comunidad. Para ello se realizaron un sinnúmero de acercamientos con el GAD Municipal de Montúfar y la Empresa Pública de Agua Potable para efectuar los estudios de laboratorio correspondientes con el fin de dar factibilidad a la propuesta planteada por los técnicos que están al frente del estudio.

Asimismo se realizaron encuestas a los pobladores de la Comunidad de Pusir Grande con la intención de evaluar las condiciones del servicio de agua potable. De esta forma sus resultados constituyeron una herramienta de evaluación del proyecto UTILIZACIÓN DEL MUCÍLAGO DE TUNA (*Opuntia ficus-indica*) EN EL MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGUA DE CONSUMO HUMANO, EN LA COMUNIDAD DE PUSIR GRANDE, PROVINCIA DEL CARCHI, tendiente a mejorar las condiciones sanitarias de la población. Adicionalmente brindó información de suma utilidad para la posible implementación y planificación de futuras inversiones.

La encuesta surge del trabajo conjunto con el GAD Parroquial de San Vicente de Pusir, en este marco, es la que determinó un esfuerzo mayor en términos de una metodología a la medida de las necesidades de los pobladores.

El objetivo específico de la encuesta es generar información para la evaluación del impacto del proyecto sobre la población, su aplicación sobre la Planta Potabilizadora de la Comunidad de Pusir Grande, medida en términos de las mejoras en la salud de los niños, jóvenes y adultos y las mejoras en el nivel de vida, entendidas como la disminución del tiempo empleado para contar con el recurso y calidad del servicio.

Asimismo se intentará medir la demanda por el servicio. Los resultados que se presentan en este informe constituyen el reflejo de la situación de las familias en ponderación a la implementación del proyecto antes de optar por la implementación o no de esta alternativa. Permitirá cuantificar el impacto de la implementación sobre el bienestar cuando sus resultados sean comparados con los que surjan de la medición ex post al ejecutarse el proyecto.

##### 2. TAREAS PREVIAS

Una de las características de este proyecto es la incorporación de la evaluación de impacto como parte integrante de la inversión a realizar. De esta forma, la evaluación se diseñó con anterioridad a la ejecución, avanzando en este tema en paralelo con el resto de las actividades.

El primer paso, entonces, ha sido la especificación de la línea de base a través de una encuesta diseñada especialmente para la evaluación del proyecto, que tiene en cuenta el modelo del efecto esperado sobre los beneficiarios.

Para la definición de los grupos de control y el diseño muestral, se trabajó en campo para recapitular directamente con los pobladores del sector.

El relevamiento de campo utilizó como herramienta de recopilación de la información, las visitas puerta a puerta a los hogares, un formulario estructurado. El listado de preguntas básico basado en los objetivos planteados fue provisto por los ingenieros que encabezan el proyecto.

### **3. EL OPERATIVO DE CAMPO**

El operativo de campo estuvo a cargo de los técnicos, quienes coordinaron las tareas de socialización, la vinculación con la comunidad, desarrollo de las encuestas y logística, además de la posterior sistematización de datos obtenidos.

#### **3.1 La encuesta en la calle**

El operativo de campo se llevó a cabo entre el 11 de junio y el 2 de noviembre de 2016 mediante el trabajo de 3 encuestadores.

El trabajo de campo no sólo consistió en encuestar, sino también de dar a conocer el proyecto. La aplicación de esta metodología de trabajo (derivada de la selección sistemática de viviendas), permitió no sólo ahorrar costos (frente a la alternativa de un listado previo de viviendas), sino también conformar una base de datos para ser utilizada en la sistematización.

#### **3.3 Las entrevistas realizadas**

A continuación se presenta el análisis de las entrevistas realizadas:

##### **3.3.1. Aceptabilidad.**

La aceptabilidad es el grado o calificación que el ciudadano otorga a la implementación de la nueva alternativa de clarificación de agua. Para nuestro caso se le mencionó que el Muy Aceptable correspondía a una calificación de 10 y 7; para una calificación de Aceptable de 6 y 3; quedando para una calificación de Inaceptable de 2 ó menos.

|        |               |
|--------|---------------|
| 10 - 7 | Muy Aceptable |
| 6 - 3  | Aceptable     |
|        | Inaceptable   |

**RESULTADOS DE LA ENCUESTA DE ACEPTABILIDAD CIUDADANA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO**

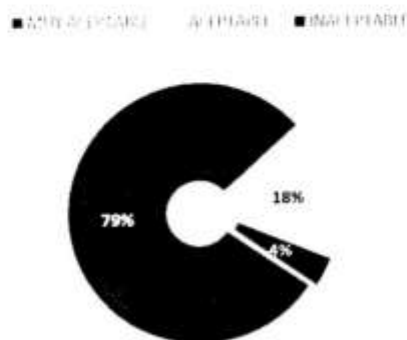
| ACEPTABILIDAD |           |             |
|---------------|-----------|-------------|
| MUY ACEPTABLE | ACEPTABLE | INACEPTABLE |
| 89            | 20        | 4           |
| 79%           | 18%       | 4%          |

La aceptabilidad del proyecto de implementar el insumo (mucilago de tuna) para el proceso de cuagulación – floculación en la planta potabilizadora de Pusir Grande va con un puntaje de 89, calificada como Muy Aceptable, mientras que 20 para Aceptable y de una opinión ciudadana con apenas 4 para la calificación de Inaceptable de un total de 16 usuarios encuestados y entrevistados.



### 3.3.2. Índice de Aceptabilidad.

Comprende al porcentaje de calificación de cada uno de los parámetros de calificación o de aceptabilidad. En este aspecto el grado de aceptabilidad ha alcanzado el índice más elevado siendo un 79% mientras que el grado de inaceptabilidad es del 18% y de rechazo del usuario es de 4%.



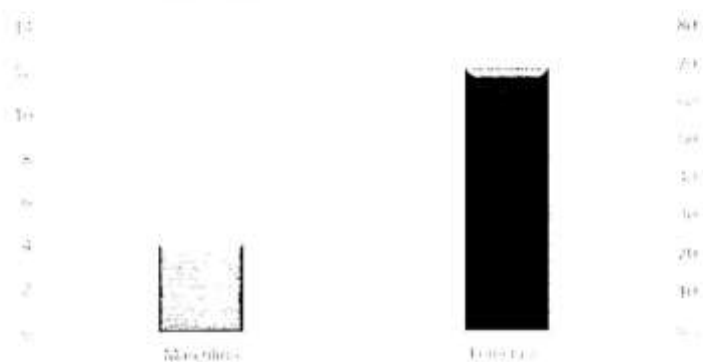
#### 4. Resultados Particulares.

Se muestran los resultados analizando la Aceptabilidad e Índice de Aceptabilidad de manera global, así como el juicio de la Ciudadanía que proporcionó mayor grado de satisfacción.

De acuerdo al número de entrevistados y del análisis de los datos analizados se definieron los siguientes resultados:

##### 1. Información general

#### GENERO DE LOS ENCUESTADOS



#### CIUDADANO DE PUSIR GRANDE





2. El agua que Ud. consume es de buena calidad?

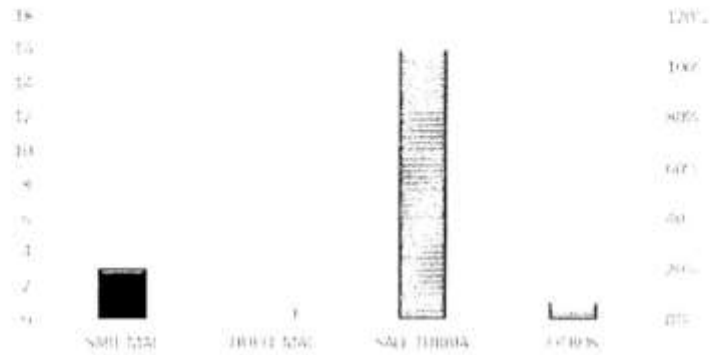


3. Cree que es necesario realizar un análisis del agua que consume su comunidad?



4. El agua que consume sabe o huele mal o sale turbia?

### APARIENCIA DEL AGUA



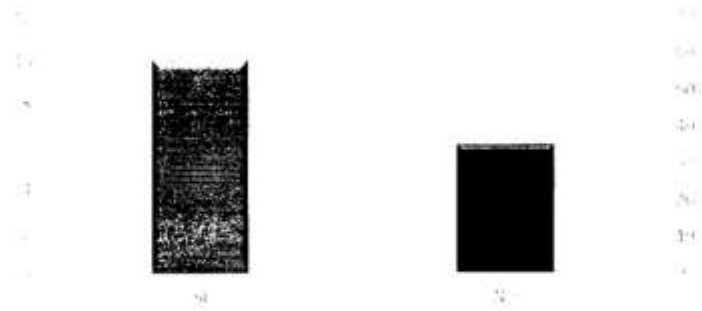
5. Conoce quien es el responsable del abastecimiento de agua potable en su comunidad?

### CONOCIMIENTO DE RESPONSABILIDAD DE ABASTECIMIENTO DEL AGUA



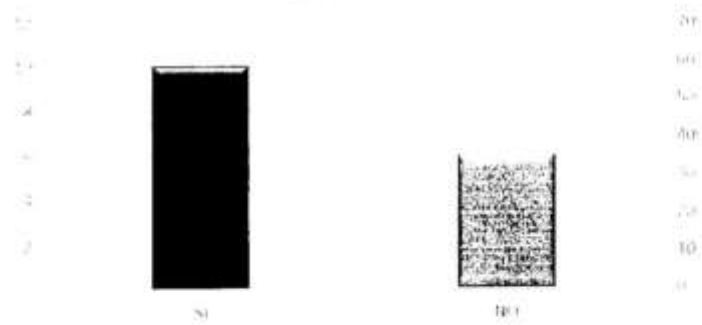
6. Conoce usted el lugar de procedencia del agua que consume?

### CONOCIMIENTO DE PROCEDENCIA DEL AGUA QUE CONSUME



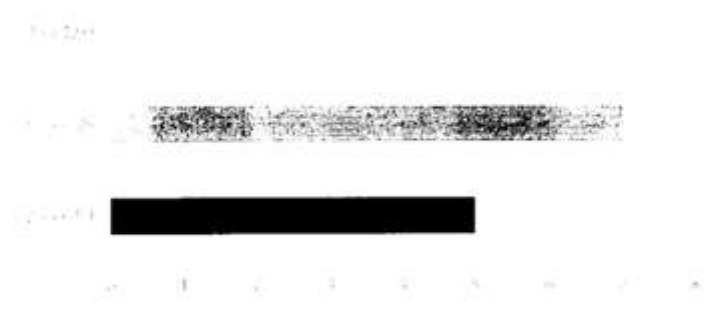
7. Por el consumo de agua, ha presentado problemas de salud?

### PRESENCIA DE ENFERMEDADES A CAUSA DEL AGUA



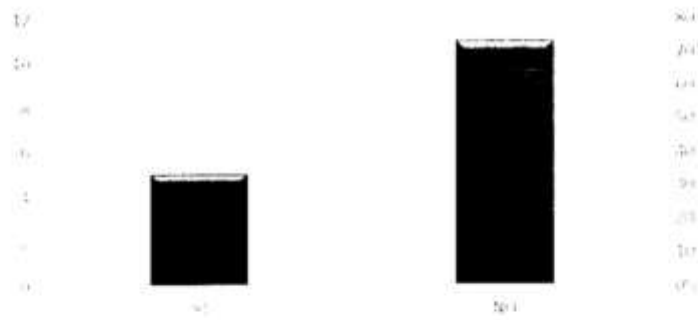
8. Qué valor estaría dispuesto a pagar mensualmente por un tratamiento de mejoramiento de agua que usted consume?

DISPOSICIÓN DE PAGO POR SERVICIO DE AGUA POTABLE

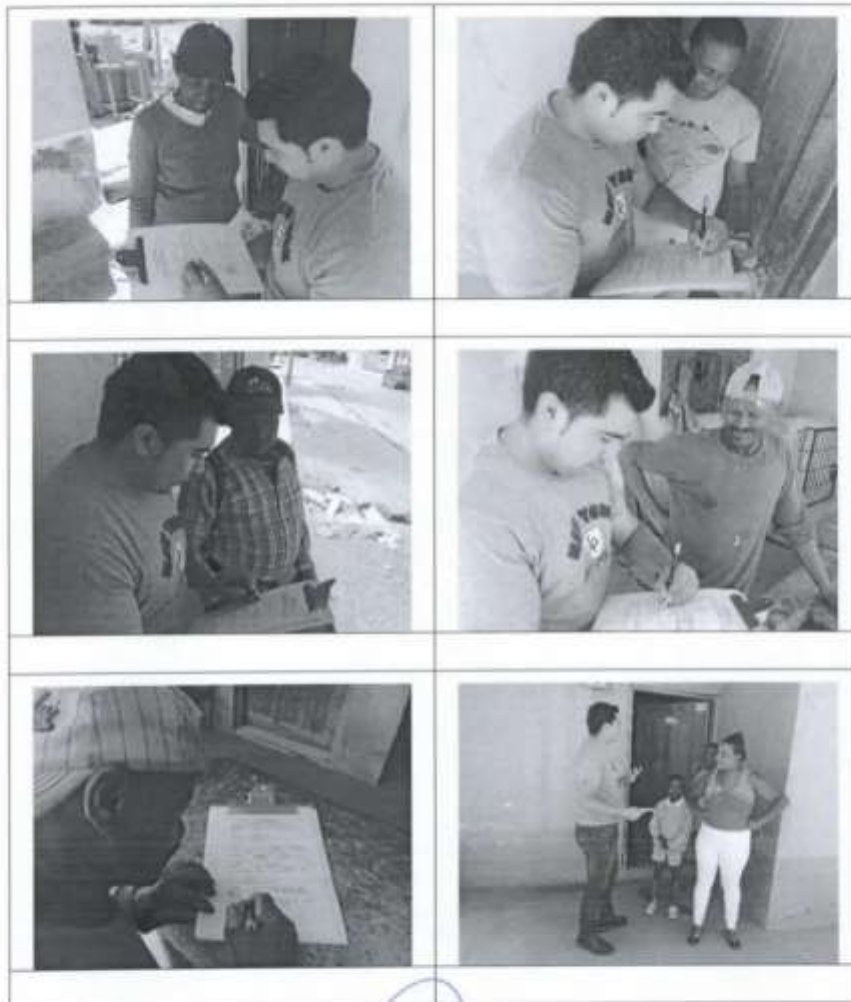


9. Sabía usted que las pencas de la tuna se pueden aplicar para depurar el agua?

CONOCIMIENTO DE CLARIFICACIÓN DEL AGUA CON TUNA



Fotografías del proceso de encuestas y entrevistas



*J-M*

Responsable de las encuestas: Ing. Javier Morejón

①



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE  
INSTITUTO DE POSGRADO  
MAESTRIA EN GESTIÓN SUSTENTABLE DE RECURSOS NATURALES

La presente encuesta tiene la finalidad de obtener información detallada para la aplicación de un tratamiento de mejoramiento del agua que consume diariamente la comunidad de Pusir Grande, Provincia del Carchi.  
Todas las respuestas emitidas serán de absoluta confidencialidad y servirán como una herramienta de recolección de información para la correcta efectividad de nuestro proyecto.

1. Información

Sexo M ( ) F ( / )  
Edad (42) años

Su domicilio se encuentra ubicado en el sector de Pusir Grande  
Si ( / ) NO ( )

2. El agua que Ud. consume es de buena calidad?

SI ( ) NO ( / )

Explique el porqué? Baja Salin.

3. Cree que es necesario realizar un análisis del agua que consume su comunidad?

SI ( / ) NO ( )

Explique el porqué? Para evitar contaminación

4. El agua que consume sabe o huele mal o sale turbia?

Sabe mal ( ) Huele mal ( )  
Sale turbia ( / ) Otros ( )

Explique el porqué? Porque no tiene tratamiento

5. Conoce quién es el responsable del abastecimiento de agua potable en su comunidad?

SI ( ) NO ( / )

6. Conoce usted el lugar de procedencia del agua que consume?

SI ( / ) NO ( )

7. Por el consumo de agua, ha presentado problemas de salud?

SI ( / ) NO ( )

Indique cuales: Hay dolor de estómago

8. Que valor estaría dispuesto a pagar mensualmente por un tratamiento de mejoramiento del agua que usted consume?

De 25 a 50 ctvos ( )  
De 50 a 75 ctvos ( / )  
De 75 ctvos a 1 dólar ( )

9. Sabía usted que las pencas de la tuna se pueden aplicar para depurar el agua?

SI ( ) NO ( / )

Rosa Folleco  
100 207416-7      - ROSA FOLLECO



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE  
INSTITUTO DE POSGRADO  
MAESTRIA EN GESTIÓN SUSTENTABLE DE RECURSOS NATURALES

La presente encuesta tiene la finalidad de obtener información detallada para la aplicación de un tratamiento de mejoramiento del agua que consume diariamente la comunidad de Pusir Grande, Provincia del Carchi.  
Todas las respuestas emitidas serán de absoluta confidencialidad y servirán como una herramienta de recolección de información para la correcta efectividad de nuestro proyecto.

1. Información

Sexo M ( ) F (  )  
Edad (37) años

Su domicilio se encuentra ubicado en el sector de Pusir Grande  
SI (  ) NO ( )

2. El agua que Ud. consume es de buena calidad?

SI ( ) NO (  )

Explique el porqué? Porque el agua es del canal.

3. Cree que es necesario realizar un análisis del agua que consume su comunidad?

SI ( ) NO (  )

Explique el porqué? \_\_\_\_\_

4. El agua que consume sabe o huele mal o sale turbia?

Sabe mal ( ) Huele mal ( )  
Sale turbia (  ) Otras ( )

Explique el porqué? Se son como bombas.

5. Conoce quién es el responsable del abastecimiento de agua potable en su comunidad?

SI (  ) NO ( )

6. Conoce usted el lugar de procedencia del agua que consume?

SI ( ) NO (  )

7. Por el consumo de agua, ha presentado problemas de salud?

SI ( ) NO (  )

Indique cuales: \_\_\_\_\_

8. Que valor estaría dispuesto a pagar mensualmente por un tratamiento de mejoramiento del agua que usted consume?

De 25 a 50 ctvos (  )  
De 50 a 75 ctvos ( )  
De 75 ctvos a 1 dólar ( )

9. Sabía usted que las pencas de la tuna se pueden aplicar para depurar el agua?

SI ( ) NO (  )

Liliana Catixto.  
040125544-7



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE  
Instituto de Posgrado



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE  
INSTITUTO DE POSGRADO  
MAESTRIA EN GESTIÓN SUSTENTABLE DE RECURSOS NATURALES

La presente encuesta tiene la finalidad de obtener información detallada para la aplicación de un tratamiento de mejoramiento del agua que consume diariamente la comunidad de Pusir Grande, Provincia del Carchi.  
Todas las respuestas emitidas serán de absoluta confidencialidad y servirán como una herramienta de recolección de información para la correcta efectividad de nuestro proyecto.

1. Información

Sexo M  F   
Edad (36) años

Su domicilio se encuentra ubicado en el sector de Pusir Grande  
Si  NO

2. El agua que Ud. consume es de buena calidad?

SI  NO

Explique el porqué?

Porque el agua es de canal

3. Cree que es necesario realizar un análisis del agua que consume su comunidad?

SI  NO

Explique el porqué?

Porque el agua es mala

4. El agua que consume sabe o huele mal o sale turbia?

Sabe mal  Huele mal   
Sale turbia  Otras

Explique el porqué?

tubo de color café

5. Conoce quién es el responsable del abastecimiento de agua potable en su comunidad?

SI  NO

6. Conoce usted el lugar de procedencia del agua que consume?

SI  NO

7. Por el consumo de agua, ha presentado problemas de salud?

SI  NO

Indique cuales:

\_\_\_\_\_

8. Que valor estaría dispuesto a pagar mensualmente por un tratamiento de mejoramiento del agua que usted consume?

De 25 a 50 ctvos   
De 50 a 75 ctvos   
De 75 ctvos a 1 dólar

9. Sabía usted que las pencas de la tuna se pueden aplicar para depurar el agua?

SI  NO

Bayardo Salcedo



4



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE  
Instituto de Posgrado



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE  
INSTITUTO DE POSGRADO  
MAESTRIA EN GESTIÓN SUSTENTABLE DE RECURSOS NATURALES

La presente encuesta tiene la finalidad de obtener información detallada para la aplicación de un tratamiento de mejoramiento del agua que consume diariamente la comunidad de Pusir Grande, Provincia del Carchi.  
Todas las respuestas emitidas serán de absoluta confidencialidad y servirán como una herramienta de recolección de información para la correcta efectividad de nuestro proyecto.

1. Información

Sexo M ( ) F (x)

Edad (70) años

Su domicilio se encuentra ubicado en el sector de Pusir Grande  
SI (x) NO ( )

2. El agua que Ud. consume es de buena calidad?  
SI ( ) NO (x)

Explique el porqué? Porque no es turbia

3. Cree que es necesario realizar un análisis del agua que consume su comunidad?  
SI (x) NO ( )

4. Explique el porqué? Por saber y haberlo hecho y que nos den respuesta

4. El agua que consume sabe o huele mal o sale turbia?  
Sabe mal (x) Huele mal (x)  
Sale turbia (x) Otros ( )

Explique el porqué? Porque no tiene tratamiento

5. Conoce quién es el responsable del abastecimiento de agua potable en su comunidad?  
SI (x) NO ( )

6. Conoce usted el lugar de procedencia del agua que consume?  
SI ( ) NO (x)

7. Por el consumo de agua, ha presentado problemas de salud?  
SI (x) NO ( )

Indique cuales: Diarrea y dolor

8. Que valor estaría dispuesto a pagar mensualmente por un tratamiento de mejoramiento del agua que usted consume?  
De 25 a 50 ctvos (x)  
De 50 a 75 ctvos ( )  
De 75 ctvos a 1 dólar ( )

9. Sabía usted que las pencas de la tuna se pueden aplicar para depurar el agua?  
SI (x) NO ( )

Mania Olimpa Salazar  
100054703-2

5



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE  
Instituto de Posgrado



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE  
INSTITUTO DE POSGRADO  
MAESTRIA EN GESTIÓN SUSTENTABLE DE RECURSOS NATURALES

La presente encuesta tiene la finalidad de obtener información detallada para la aplicación de un tratamiento de mejoramiento del agua que consume diariamente la comunidad de Pusir Grande, Provincia del Carchi.  
Todas las respuestas emitidas serán de absoluta confidencialidad y servirán como una herramienta de recolección de información para la correcta efectividad de nuestro proyecto.

1. Información

Sexo M (X) F ( )  
Edad (71) años  
Su domicilio se encuentra ubicado en el sector de Pusir Grande  
SI (X) NO ( )

2. El agua que Ud. consume es de buena calidad?  
SI ( ) NO (X)

Explique el porqué?

porque sale viene agua del canal

3. Cree que es necesario realizar un análisis del agua que consume su comunidad?  
SI (X) NO ( )

4. Explique el porqué?

para tener garantía del agua

4. El agua que consume sabe o huele mal o sale turbia?

Sabe mal ( ) Huele mal ( )  
Sale turbia (X) Otros ( )

Explique el porqué?

depende como este el agua de las napas

5. Conoce quién es el responsable del abastecimiento de agua potable en su comunidad?  
SI (X) NO ( )

6. Conoce usted el lugar de procedencia del agua que consume?  
SI ( ) NO (X)

7. Por el consumo de agua, ha presentado problemas de salud?  
SI ( ) NO (X)

Indique cuales:

porque no se sabe si es del agua o esta Purita

8. Que valor estaría dispuesto a pagar mensualmente por un tratamiento de mejoramiento del agua que usted consume?

De 25 a 50 ctvos (X)  
De 50 a 75 ctvos ( )  
De 75 ctvos a 1 dólar ( )

9. Sabía usted que las percas de la tuna se pueden aplicar para depurar el agua?  
SI (X) NO ( )

Anibal Ganga  
100053852-2

*(Signature)*



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE  
INSTITUTO DE POSGRADO  
MAESTRIA EN GESTIÓN SUSTENTABLE DE RECURSOS NATURALES

La presente encuesta tiene la finalidad de obtener información detallada para la aplicación de un tratamiento de mejoramiento del agua que consume diariamente la comunidad de Pusir Grande, Provincia del Cañari.  
Todas las respuestas serán de absoluta confidencialidad y servirán como una herramienta de recolección de información para la correcta efectividad de nuestro proyecto.

1. Información

Sexo M  F   
Edad (67) años

Su domicilio se encuentra ubicado en el sector de Pusir Grande  
SI  NO

2. El agua que Ud. consume es de buena calidad?

SI  NO

Explique el porqué? porque dicen que tiene bacterias microbas

3. Cree que es necesario realizar un análisis del agua que consume su comunidad?

SI  NO

Explique el porqué? para ver si es verdad que tiene suciedad

4. El agua que consume sabe o huele mal o sale turbia?

Sabe mal  Huele mal   
Sale turbia  Otros

Explique el porqué? porque viene directo del río

5. Conoce quién es el responsable del abastecimiento de agua potable en su comunidad?

SI  NO

6. Conoce usted el lugar de procedencia del agua que consume?

SI  NO

7. Por el consumo de agua, ha presentado problemas de salud?

SI  NO

Indique cuales: dolor de barriga y hongos en las piernas

8. Que valor estaría dispuesto a pagar mensualmente por un tratamiento de mejoramiento del agua que usted consume?

De 25 a 50 ctvos   
De 50 a 75 ctvos   
De 75 ctvos a 1 dólar  implementación de un medidor de agua

9. Sabía usted que las pincas de la tuna se pueden aplicar para depurar el agua?

SI  NO

Melidio Salazar  
*Melidio Salazar*  
100061501-1

1



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE  
Instituto de Posgrado



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE  
INSTITUTO DE POSGRADO  
MAESTRIA EN GESTIÓN SUSTENTABLE DE RECURSOS NATURALES

La presente encuesta tiene la finalidad de obtener información detallada para la aplicación de un tratamiento de mejoramiento del agua que consume diariamente la comunidad de Pusir Grande, Provincia del Carchi.  
Todas las respuestas serán de absoluta confidencialidad y servirán como una herramienta de recolección de información para la correcta efectividad de nuestro proyecto.

1. Información

Sexo M ( ) F (X)  
Edad (50) años

Su domicilio se encuentra ubicado en el sector de Pusir Grande  
SI (X) NO ( )

2. El agua que Ud. consume es de buena calidad?  
SI ( ) NO (X)

Explique el porqué? No por que seguido los químicos

3. Cree que es necesario realizar un análisis del agua que consume su comunidad?  
SI (X) NO ( )

Explique el porqué? para saber que está tomando

4. El agua que consume sabe o huele mal o sale turbia?  
Sabe mal ( ) Huele mal ( )  
Sale turbia (X) Otros ( )

Explique el porqué? porque no cree le da ticsionalmente

5. Conoce quién es el responsable del abastecimiento de agua potable en su comunidad?  
SI (X) NO ( )

6. Conoce usted el lugar de procedencia del agua que consume?  
SI (X) NO ( )

7. Por el consumo de agua, ha presentado problemas de salud?  
SI (X) NO ( )

Indique cuales: dolor de barriga y en los exámenes dicen bacterias

8. Que valor estaría dispuesto a pagar mensualmente por un tratamiento de mejoramiento del agua que usted consume?

De 25 a 50 ctvos ( )  
De 50 a 75 ctvos ( )  
De 75 ctvos a 1 dólar (X)

9. Sabía usted que las pencas de la tuna se pueden aplicar para depurar el agua?  
SI ( ) NO (X)

Rosa Botana



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE  
INSTITUTO DE POSGRADO  
MAESTRIA EN GESTIÓN SUSTENTABLE DE RECURSOS NATURALES

La presente encuesta tiene la finalidad de obtener información detallada para la aplicación de un tratamiento de mejoramiento del agua que consume diariamente la comunidad de Pusir Grande, Provincia del Carchi.  
Todas las respuestas dadas serán de absoluta confidencialidad y servirán como una herramienta de recolección de información para la correcta efectividad de nuestro proyecto.

1. Información

Sexo M ( ) F (X)  
Edad (29) años

Su domicilio se encuentra ubicado en el sector de Pusir Grande  
SI (X) NO ( )

2. El agua que Ud. consume es de buena calidad?

SI ( ) NO (X)

Explique el porqué? porq. conc. que no puen nada de quicos

3. Cree que es necesario realizar un análisis del agua que consume su comunidad?

SI (X) NO ( )

Explique el porqué? para saber que agua tomamos

4. El agua que consume sabe o huele mal o sale turbia?

Sabe mal (X) Huele mal ( )  
Sale turbia (X) Otros ( )

Explique el porqué? creo es porq. no hacen nada para dar buena agua

5. Conoce quién es el responsable del abastecimiento de agua potable en su comunidad?

SI (X) NO ( )

6. Conoce usted el lugar de procedencia del agua que consume?

SI (X) NO ( )

7. Por el consumo de agua, ha presentado problemas de salud?

SI (X) NO ( )

Indique cuales: en el subcentro hacen exámenes médicos

8. Que valor estaría dispuesto a pagar mensualmente por un tratamiento de mejoramiento del agua que usted consume?

De 25 a 50 ctvos ( )  
De 50 a 75 ctvos ( )  
De 75 ctvos a 1 dólar (X)

9. Sabía usted que las pencas de la tuna se pueden aplicar para depurar el agua?

SI ( ) NO (X)

Lisley chalo  
1003730163  
Lisley chalo

19



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE  
Instituto de Posgrado



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE  
INSTITUTO DE POSGRADO  
MAESTRIA EN GESTIÓN SUSTENTABLE DE RECURSOS NATURALES

La presente encuesta tiene la finalidad de obtener información detallada para la aplicación de un tratamiento de mejoramiento del agua que consume diariamente la comunidad de Pusir Grande, Provincia del Carchi.  
Todas las respuestas enviadas serán de absoluta confidencialidad y servirán como una herramienta de recolección de información para la correcta efectividad de nuestro proyecto.

1. Información

Sexo M ( ) F (X)  
Edad (43) años

Su domicilio se encuentra ubicado en el sector de Pusir Grande  
SI (X) NO ( )

2. El agua que Ud. consume es de buena calidad?  
SI ( ) NO (X)

Explique el porqué? porque no tiene un tratamiento adecuado

3. Cree que es necesario realizar un análisis del agua que consume su comunidad?  
SI (X) NO ( )

Explique el porqué? porque no se sabe si es conveniente tomar el agua

4. El agua que consume sabe o huele mal o sale turbia?  
Sabe mal ( ) Huele mal ( )  
Sale turbia (X) Otros ( )

Explique el porqué? como es por lo que no hay tratamiento

5. Conoce quién es el responsable del abastecimiento de agua potable en su comunidad?  
SI (X) NO ( )

6. Conoce usted el lugar de procedencia del agua que consume?  
SI (X) NO ( )

7. Por el consumo de agua, ha presentado problemas de salud?  
SI (X) NO ( )

Indique cuales: dolor de estomago

8. Que valor estaría dispuesto a pagar mensualmente por un tratamiento de mejoramiento del agua que usted consume?

De 25 a 50 ctvos ( )  
De 50 a 75 ctvos ( )  
De 75 ctvos a 1 dólar (X)

9. Sabía usted que las pencas de la tuna se pueden aplicar para depurar el agua?  
SI ( ) NO (X)

(10)



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE  
Instituto de Posgrado



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE  
INSTITUTO DE POSGRADO  
MAESTRIA EN GESTIÓN SUSTENTABLE DE RECURSOS NATURALES

La presente encuesta tiene la finalidad de obtener información detallada para la aplicación de un tratamiento de mejoramiento del agua que consume diariamente la comunidad de Pusir Grande, Provincia del Cañar.  
Todas las respuestas emitidas serán de absoluta confidencialidad y servirán como una herramienta de recolección de información para la correcta efectividad de nuestro proyecto.

1. Información

Sexo M ( ) F (  )  
Edad (51) años  
Su domicilio se encuentra ubicado en el sector de Pusir Grande  
SI (  ) NO ( )

2. El agua que Ud. consume es de buena calidad?

SI ( ) NO (  )

Explique el porqué?

Porque es de canal de riego.

3. Cree que es necesario realizar un análisis del agua que consume su comunidad?

SI (  ) NO ( )

Explique el porqué?

Porque el agua tiene virus.

4. El agua que consume sabe o huele mal o sale turbia?

Sabe mal (  ) Huele mal (  )  
Sale turbia (  ) Otros ( )

Explique el porqué?

El agua tiene turbia, bombica.

5. Conoce quién es el responsable del abastecimiento de agua potable en su comunidad?

SI (  ) NO ( )

6. Conoce usted el lugar de procedencia del agua que consume?

SI (  ) NO ( )

7. Por el consumo de agua, ha presentado problemas de salud?

SI ( ) NO (  )

Indique cuales:

8. Que valor estaría dispuesto a pagar mensualmente por un tratamiento de mejoramiento del agua que usted consume?

De 25 a 50 ctvos (  )  
De 50 a 75 ctvos ( )  
De 75 ctvos a 1 dólar ( )

9. Sabía usted que las pencas de la tuna se pueden aplicar para depurar el agua?

SI ( ) NO (  )



11

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE  
INSTITUTO DE POSGRADO  
MAESTRIA EN GESTIÓN SUSTENTABLE DE RECURSOS NATURALES

La presente encuesta tiene la finalidad de obtener información detallada para la aplicación de un tratamiento de mejoramiento del agua que consume diariamente la comunidad de Pusir Grande, Provincia del Cerchi.  
Todas las respuestas emitidas serán de absoluta confidencialidad y servirán como una herramienta de recolección de información para la correcta efectividad de nuestro proyecto.

1. Información

Sexo M ( ) F (  )  
 Edad ( 43 ) años  
 Su domicilio se encuentra ubicado en el sector de Pusir Grande  
 Si (  ) NO ( )

2. El agua que Ud. consume es de buena calidad?

SI ( ) NO (  )

Explique el porqué? No tiene tratamiento.

3. Cree que es necesario realizar un análisis del agua que consume su comunidad?

SI (  ) NO ( )

Explique el porqué? Por problemas de enfermedades.

4. El agua que consume sabe o huele mal o sale turbia?

Sabe mal ( ) Huele mal ( )  
 Sale turbia (  ) Otros (  )

Explique el porqué? Si tiene olor.

5. Conoce quién es el responsable del abastecimiento de agua potable en su comunidad?

SI (  ) NO ( )

6. Conoce usted el lugar de procedencia del agua que consume?

SI (  ) NO ( )

7. Por el consumo de agua, ha presentado problemas de salud?

SI (  ) NO ( )

Indique cuales: Dolor de estómago

8. Que valor estaría dispuesto a pagar mensualmente por un tratamiento de mejoramiento del agua que usted consume?

De 25 a 50 ctvos ( )  
 De 50 a 75 ctvos (  )  
 De 75 ctvos a 1 dólar ( )

9. Sabía usted que las pencas de la tuna se pueden aplicar para depurar el agua?

SI ( ) NO (  )



12



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE  
Instituto de Posgrado



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE  
INSTITUTO DE POSGRADO  
MAESTRIA EN GESTIÓN SUSTENTABLE DE RECURSOS NATURALES

La presente encuesta tiene la finalidad de obtener información detallada para la aplicación de un tratamiento de mejoramiento del agua que consume habitualmente la comunidad de Puzir Grande, Provincia del Carchi.  
Todas las respuestas enviadas serán de absoluta confidencialidad y servirán como una herramienta de recolección de información para la correcta efectividad de nuestro proyecto.

1. Información

Sexo M ( ) F ( / )  
Edad ( 39 ) años  
Su domicilio se encuentra ubicado en el sector de Puzir Grande  
SI ( X ) NO ( )

2. El agua que Ud. consume es de buena calidad?

SI ( ) NO ( X )  
Explique el porqué? Porque es agua del canal no es tratada.

3. Creo que es necesario realizar un análisis del agua que consume su comunidad?

SI ( X ) NO ( )  
Explique el porqué? Porque el agua tiene muchas vitaminas.

4. El agua que consume sabe o huele mal o sale turbia?

Sabe mal ( ) Huele mal ( )  
Sale turbia ( X ) Otros ( )  
Explique el porqué? Porque fuje de canal y no tiene tratamiento.

5. Conoce quién es el responsable del abastecimiento de agua potable en su comunidad?

SI ( X ) NO ( )

6. Conoce usted el lugar de procedencia del agua que consume?

SI ( X ) NO ( )

7. Por el consumo de agua, ha presentado problemas de salud?

SI ( X ) NO ( )

Indique cuales: Hinchis en el cuerpo.

8. Que valor estaría dispuesto a pagar mensualmente por un tratamiento de mejoramiento del agua que usted consume?

De 25 a 50 ctvos ( )  
De 50 a 75 ctvos ( )  
De 75 ctvos a 1 dólar ( X )

9. Sabía usted que las pencas de la tuna se pueden aplicar para depurar el agua?

SI ( X ) NO ( )

13



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE  
Instituto de Posgrado



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE  
INSTITUTO DE POSGRADO  
MAESTRIA EN GESTIÓN SUSTENTABLE DE RECURSOS NATURALES

La presente encuesta tiene la finalidad de obtener información detallada para la aplicación de un tratamiento de mejoramiento del agua que consume diariamente la comunidad de Pusir Grande, Provincia del Carchi.  
Todas las respuestas emitidas serán de absoluta confidencialidad y servirán como una herramienta de recolección de información para la correcta efectividad de nuestro proyecto.

1. Información

Sexo M  F   
Edad (20) años

Su domicilio se encuentra ubicado en el sector de Pusir Grande  
SI  NO

2. El agua que Ud. consume es de buena calidad?

SI  NO

Explique el porqué? Agua mal gusto

3. Cree que es necesario realizar un análisis del agua que consume su comunidad?

SI  NO

Explique el porqué? No tiene laboratorio

4. El agua que consume sabe o huele mal o sale turbia?

Sabe mal  Huele mal   
Sale turbia  Otros

Explique el porqué? No tiene laboratorio

5. Conoce quién es el responsable del abastecimiento de agua potable en su comunidad?

SI  NO

6. Conoce usted el lugar de procedencia del agua que consume?

SI  NO

7. Por el consumo de agua, ha presentado problemas de salud?

SI  NO

Indique cuales: \_\_\_\_\_

8. Que valor estaría dispuesto a pagar mensualmente por un tratamiento de mejoramiento del agua que usted consume?

De 25 a 50 ctvos   
De 50 a 75 ctvos   
De 75 ctvos a 1 dólar

9. Sabía usted que las perlas de la tuna se pueden aplicar para depurar el agua?

SI  NO

19



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE  
Instituto de Posgrado



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE  
INSTITUTO DE POSGRADO  
MAESTRIA EN GESTIÓN SUSTENTABLE DE RECURSOS NATURALES

La presente encuesta tiene la finalidad de obtener información detallada para la aplicación de un tratamiento de mejoramiento del agua que consume habitualmente la comunidad de Pusir Grande, Provincia del Carchi.  
Todas las respuestas emitidas serán de absoluta confidencialidad y servirán como una herramienta de recolección de información para la correcta efectividad de nuestro proyecto.

1. Información

Sexo M ( ) F (✓)  
Edad (60) años

Su domicilio se encuentra ubicado en el sector de Pusir Grande  
SI (✓) NO ( )

2. El agua que Ud. consume es de buena calidad?  
SI ( ) NO (✓)

Explique el porqué? Porque es agua del canal

3. Cree que es necesario realizar un análisis del agua que consume su comunidad?  
SI (✓) NO ( )

Explique el porqué? Para ver si no tiene bacterias

4. El agua que consume sabe o huele mal o sale turbia?  
Sabe mal ( ) Huele mal ( )  
Sale turbia (✓) Otros ( )

Explique el porqué? Porque es de canal

5. Conoce quién es el responsable del abastecimiento de agua potable en su comunidad?  
SI (✓) NO ( )

6. Conoce usted el lugar de procedencia del agua que consume?  
SI ( ) NO (✓)

7. Por el consumo de agua, ha presentado problemas de salud?  
SI ( ) NO (✓)

Indique cuales: \_\_\_\_\_

8. Que valor estaría dispuesto a pagar mensualmente por un tratamiento de mejoramiento del agua que usted consume?

De 25 a 50 ctvos ( )  
De 50 a 75 ctvos (✓)  
De 75 ctvos a 1 dólar ( )

9. Sabía usted que las pencas de la tuna se pueden aplicar para depurar el agua?  
SI ( ) NO (✓)

13



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE  
Instituto de Posgrado



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE  
INSTITUTO DE POSGRADO  
MAESTRIA EN GESTIÓN SUSTENTABLE DE RECURSOS NATURALES

La presente encuesta tiene la finalidad de obtener información detallada para la aplicación de un tratamiento de mejoramiento del agua que consume diariamente la comunidad de Puzir Grande, Provincia del Carchi.  
Todas las respuestas serán de absoluta confidencialidad y servirán como una herramienta de recolección de información para la correcta efectividad de nuestro proyecto.

1. Información

Sexo M ( ) F (  )  
Edad (25) años

Su domicilio se encuentra ubicado en el sector de Puzir Grande  
SI (  ) NO ( )

2. El agua que Ud. consume es de buena calidad?  
SI ( ) NO (  )

Explique el porqué? Porque en agua de canal

3. Cree que es necesario realizar un análisis del agua que consume su comunidad?  
SI (  ) NO ( )

Explique el porqué? Porque el agua es sucia, tiene turbidez

4. El agua que consume sabe o huele mal o sale turbia?  
Sabe mal ( ) Huele mal ( )  
Sale turbia (  ) Otros ( )

Explique el porqué? Porque no es tratado

5. Conoce quién es el responsable del abastecimiento de agua potable en su comunidad?  
SI (  ) NO ( )

6. Conoce usted el lugar de procedencia del agua que consume?  
SI (  ) NO ( )

7. Por el consumo de agua, ha presentado problemas de salud?  
SI ( ) NO (  )

Indique cuáles: \_\_\_\_\_

8. Que valor estaría dispuesto a pagar mensualmente por un tratamiento de mejoramiento del agua que usted consume?

De 25 a 50 ctvos (  )  
De 50 a 75 ctvos ( )  
De 75 ctvos a 1 dólar ( )

9. Sabía usted que las pencas de la tuna se pueden aplicar para depurar el agua?  
SI ( ) NO (  )

16



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE  
Instituto de Posgrado



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE  
INSTITUTO DE POSGRADO  
MAESTRIA EN GESTIÓN SUSTENTABLE DE RECURSOS NATURALES

La presente encuesta tiene la finalidad de obtener información detallada para la aplicación de un tratamiento de mejoramiento del agua que consume habitualmente la comunidad de Pusir Grande, Provincia del Carchi.  
Todas las respuestas emitidas serán de absoluta confidencialidad y servirán como una herramienta de recolección de información para la correcta efectividad de nuestro proyecto.

1. Información

Sexo M ( ) F ( / )  
Edad (25) años  
Su domicilio se encuentra ubicado en el sector de Pusir Grande  
SI ( / ) NO ( )

2. El agua que Ud. consume es de buena calidad?

SI ( ) NO ( X )

Explique el porqué?

No es bien tratada

3. Cree que es necesario realizar un análisis del agua que consume su comunidad?

SI ( X ) NO ( )

Explique el porqué?

Para poder consumir en paz

4. El agua que consume sabe o huele mal o sale turbia?

Sabe mal ( ) Huele mal ( )  
Sale turbia ( X ) Otros ( )

Explique el porqué?

Por no ser tratada

5. Conoce quién es el responsable del abastecimiento de agua potable en su comunidad?

SI ( X ) NO ( )

6. Conoce usted el lugar de procedencia del agua que consume?

SI ( X ) NO ( )

7. Por el consumo de agua, ha presentado problemas de salud?

SI ( X ) NO ( )

Indique cuáles:

Dolor de estómago

8. Que valor estaría dispuesto a pagar mensualmente por un tratamiento de mejoramiento del agua que usted consume?


De 25 a 50 ctvos ( )  
De 50 a 75 ctvos ( )  
De 75 ctvos a 1 dólar ( X )

9. Sabía usted que las pencas de la tuna se pueden aplicar para depurar el agua?


SI ( ) NO ( X )


# ANEXO 3

## Resultados de Análisis de Laboratorio



**LABONORT**  
LABORATORIOS NORTE  
Av. Cristobal de Troya y Jaime Roldos Ibarra - Ecuador cel. 0999591050

| REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS   |  |                   |           |                   |       |       |       |                |                  |                |      |     |   |           |            |    |       |            |         |      |            |      |       |       |    |      |       |       |      |                  |    |      |     |   |      |     |    |      |  |                    |  |            |    |  |            |    |  |            |    |       |       |    |      |   |  |
|---|--|-------------------|-----------|-------------------|-------|-------|-------|----------------|------------------|----------------|------|-----|---|-----------|------------|----|-------|------------|---------|------|------------|------|-------|-------|----|------|-------|-------|------|------------------|----|------|-----|---|------|-----|----|------|--|--------------------|--|------------|----|--|------------|----|--|------------|----|-------|-------|----|------|---|--|
| <p><b>DATOS DE PROPIETARIO</b></p> <p>Nombre: GOBIERNO PROV. IMBABURA (PUSIR GRANDE)<br/>                     Ciudad:<br/>                     Teléfono:<br/>                     Fax:</p>  | <p><b>DATOS DE LA PROPIEDAD</b></p> <p>Provincia: Carchi<br/>                     Cantón: Bolívar<br/>                     Parroquia: San Vicente<br/>                     Sitio: Pusir Grande</p>   |                   |           |                   |       |       |       |                |                  |                |      |     |   |           |            |    |       |            |         |      |            |      |       |       |    |      |       |       |      |                  |    |      |     |   |      |     |    |      |  |                    |  |            |    |  |            |    |  |            |    |       |       |    |      |   |  |
| <p><b>DATOS DEL LOTE</b></p> <p>Sitio: Pusir Grande<br/>                     Superficie:<br/>                     Número de Campo: 20-40<br/>                     Cultivo Actual:<br/>                     A Cultivar:</p>  | <p><b>DATOS DE LABORATORIO</b></p> <p>Nro Reporte.: 6383<br/>                     Tipo de Análisis: Completo + T<br/>                     Muestra: Suelo 20-40<br/>                     Fecha de Ingreso: 2015-08-12<br/>                     Fecha de Reporte: 2015-08-19</p> |                   |           |                   |       |       |       |                |                  |                |      |     |   |           |            |    |       |            |         |      |            |      |       |       |    |      |       |       |      |                  |    |      |     |   |      |     |    |      |  |                    |  |            |    |  |            |    |  |            |    |       |       |    |      |   |  |
| <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Nutriente</th> <th>Valor</th> <th>Unidad</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>N</td><td>12.37</td><td>ppm</td></tr> <tr><td>P</td><td>7.57</td><td>ppm</td></tr> <tr><td>S</td><td>4.90</td><td>ppm</td></tr> <tr><td>K</td><td>1.17</td><td>meq/100 ml</td></tr> <tr><td>Ca</td><td>17.77</td><td>meq/100 ml</td></tr> <tr><td>Mg</td><td>4.20</td><td>meq/100 ml</td></tr> <tr><td>Zn</td><td>0.65</td><td>ppm</td></tr> <tr><td>Cu</td><td>0.85</td><td>ppm</td></tr> <tr><td>Fe</td><td>1.59</td><td>ppm</td></tr> <tr><td>Mn</td><td>3.14</td><td>ppm</td></tr> <tr><td>B</td><td>0.82</td><td>ppm</td></tr> <tr><td>pH</td><td>8.68</td><td></td></tr> <tr><td>Acidez Int. (Al+H)</td><td></td><td>meq/100 ml</td></tr> <tr><td>Al</td><td></td><td>meq/100 ml</td></tr> <tr><td>Na</td><td></td><td>meq/100 ml</td></tr> <tr><td>Ce</td><td>0.268</td><td>mS/cm</td></tr> <tr><td>MO</td><td>0.94</td><td>%</td></tr> </tbody> </table> | Nutriente  | Valor             | Unidad    | N                 | 12.37 | ppm   | P     | 7.57           | ppm              | S              | 4.90 | ppm | K | 1.17      | meq/100 ml | Ca | 17.77 | meq/100 ml | Mg      | 4.20 | meq/100 ml | Zn   | 0.65  | ppm   | Cu | 0.85 | ppm   | Fe    | 1.59 | ppm              | Mn | 3.14 | ppm | B | 0.82 | ppm | pH | 8.68 |  | Acidez Int. (Al+H) |  | meq/100 ml | Al |  | meq/100 ml | Na |  | meq/100 ml | Ce | 0.268 | mS/cm | MO | 0.94 | % | <p style="text-align: center;"><b>INTERPRETACION</b></p>  |
| Nutriente   | Valor  | Unidad            |           |                   |       |       |       |                |                  |                |      |     |   |           |            |    |       |            |         |      |            |      |       |       |    |      |       |       |      |                  |    |      |     |   |      |     |    |      |  |                    |  |            |    |  |            |    |  |            |    |       |       |    |      |   |  |
| N   | 12.37  | ppm               |           |                   |       |       |       |                |                  |                |      |     |   |           |            |    |       |            |         |      |            |      |       |       |    |      |       |       |      |                  |    |      |     |   |      |     |    |      |  |                    |  |            |    |  |            |    |  |            |    |       |       |    |      |   |  |
| P   | 7.57   | ppm               |           |                   |       |       |       |                |                  |                |      |     |   |           |            |    |       |            |         |      |            |      |       |       |    |      |       |       |      |                  |    |      |     |   |      |     |    |      |  |                    |  |            |    |  |            |    |  |            |    |       |       |    |      |   |  |
| S   | 4.90   | ppm               |           |                   |       |       |       |                |                  |                |      |     |   |           |            |    |       |            |         |      |            |      |       |       |    |      |       |       |      |                  |    |      |     |   |      |     |    |      |  |                    |  |            |    |  |            |    |  |            |    |       |       |    |      |   |  |
| K   | 1.17   | meq/100 ml        |           |                   |       |       |       |                |                  |                |      |     |   |           |            |    |       |            |         |      |            |      |       |       |    |      |       |       |      |                  |    |      |     |   |      |     |    |      |  |                    |  |            |    |  |            |    |  |            |    |       |       |    |      |   |  |
| Ca  | 17.77  | meq/100 ml        |           |                   |       |       |       |                |                  |                |      |     |   |           |            |    |       |            |         |      |            |      |       |       |    |      |       |       |      |                  |    |      |     |   |      |     |    |      |  |                    |  |            |    |  |            |    |  |            |    |       |       |    |      |   |  |
| Mg  | 4.20   | meq/100 ml        |           |                   |       |       |       |                |                  |                |      |     |   |           |            |    |       |            |         |      |            |      |       |       |    |      |       |       |      |                  |    |      |     |   |      |     |    |      |  |                    |  |            |    |  |            |    |  |            |    |       |       |    |      |   |  |
| Zn  | 0.65   | ppm               |           |                   |       |       |       |                |                  |                |      |     |   |           |            |    |       |            |         |      |            |      |       |       |    |      |       |       |      |                  |    |      |     |   |      |     |    |      |  |                    |  |            |    |  |            |    |  |            |    |       |       |    |      |   |  |
| Cu  | 0.85   | ppm               |           |                   |       |       |       |                |                  |                |      |     |   |           |            |    |       |            |         |      |            |      |       |       |    |      |       |       |      |                  |    |      |     |   |      |     |    |      |  |                    |  |            |    |  |            |    |  |            |    |       |       |    |      |   |  |
| Fe  | 1.59   | ppm               |           |                   |       |       |       |                |                  |                |      |     |   |           |            |    |       |            |         |      |            |      |       |       |    |      |       |       |      |                  |    |      |     |   |      |     |    |      |  |                    |  |            |    |  |            |    |  |            |    |       |       |    |      |   |  |
| Mn  | 3.14   | ppm               |           |                   |       |       |       |                |                  |                |      |     |   |           |            |    |       |            |         |      |            |      |       |       |    |      |       |       |      |                  |    |      |     |   |      |     |    |      |  |                    |  |            |    |  |            |    |  |            |    |       |       |    |      |   |  |
| B   | 0.82   | ppm               |           |                   |       |       |       |                |                  |                |      |     |   |           |            |    |       |            |         |      |            |      |       |       |    |      |       |       |      |                  |    |      |     |   |      |     |    |      |  |                    |  |            |    |  |            |    |  |            |    |       |       |    |      |   |  |
| pH  | 8.68   |                   |           |                   |       |       |       |                |                  |                |      |     |   |           |            |    |       |            |         |      |            |      |       |       |    |      |       |       |      |                  |    |      |     |   |      |     |    |      |  |                    |  |            |    |  |            |    |  |            |    |       |       |    |      |   |  |
| Acidez Int. (Al+H)  |  | meq/100 ml        |           |                   |       |       |       |                |                  |                |      |     |   |           |            |    |       |            |         |      |            |      |       |       |    |      |       |       |      |                  |    |      |     |   |      |     |    |      |  |                    |  |            |    |  |            |    |  |            |    |       |       |    |      |   |  |
| Al  |  | meq/100 ml        |           |                   |       |       |       |                |                  |                |      |     |   |           |            |    |       |            |         |      |            |      |       |       |    |      |       |       |      |                  |    |      |     |   |      |     |    |      |  |                    |  |            |    |  |            |    |  |            |    |       |       |    |      |   |  |
| Na  |  | meq/100 ml        |           |                   |       |       |       |                |                  |                |      |     |   |           |            |    |       |            |         |      |            |      |       |       |    |      |       |       |      |                  |    |      |     |   |      |     |    |      |  |                    |  |            |    |  |            |    |  |            |    |       |       |    |      |   |  |
| Ce  | 0.268  | mS/cm             |           |                   |       |       |       |                |                  |                |      |     |   |           |            |    |       |            |         |      |            |      |       |       |    |      |       |       |      |                  |    |      |     |   |      |     |    |      |  |                    |  |            |    |  |            |    |  |            |    |       |       |    |      |   |  |
| MO  | 0.94   | %                 |           |                   |       |       |       |                |                  |                |      |     |   |           |            |    |       |            |         |      |            |      |       |       |    |      |       |       |      |                  |    |      |     |   |      |     |    |      |  |                    |  |            |    |  |            |    |  |            |    |       |       |    |      |   |  |
| <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Ca</th> <th>Mg</th> <th>Ca+Mg (meq/100ml)</th> <th>%</th> <th>ppm</th> <th colspan="3">[ % ]</th> <th>Clase Textural</th> </tr> <tr> <th>Mg</th> <th>K</th> <th>K</th> <th>Sum Bases</th> <th>NTot</th> <th>Cl</th> <th>Arena</th> <th>Limo</th> <th>Arcilla</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>4.23</td> <td>3.99</td> <td>18.78</td> <td>23.14</td> <td></td> <td></td> <td>67.20</td> <td>25.20</td> <td>7.60</td> <td>Francoso arenoso</td> </tr> </tbody> </table>   |  | Ca                | Mg        | Ca+Mg (meq/100ml) | %     | ppm   | [ % ] |                |                  | Clase Textural | Mg   | K   | K | Sum Bases | NTot       | Cl | Arena | Limo       | Arcilla |      | 4.23       | 3.99 | 18.78 | 23.14 |    |      | 67.20 | 25.20 | 7.60 | Francoso arenoso |    |      |     |   |      |     |    |      |  |                    |  |            |    |  |            |    |  |            |    |       |       |    |      |   |  |
| Ca  | Mg   | Ca+Mg (meq/100ml) | %         | ppm               | [ % ] |       |       | Clase Textural |                  |                |      |     |   |           |            |    |       |            |         |      |            |      |       |       |    |      |       |       |      |                  |    |      |     |   |      |     |    |      |  |                    |  |            |    |  |            |    |  |            |    |       |       |    |      |   |  |
| Mg  | K  | K                 | Sum Bases | NTot              | Cl    | Arena | Limo  | Arcilla        |                  |                |      |     |   |           |            |    |       |            |         |      |            |      |       |       |    |      |       |       |      |                  |    |      |     |   |      |     |    |      |  |                    |  |            |    |  |            |    |  |            |    |       |       |    |      |   |  |
| 4.23  | 3.99   | 18.78             | 23.14     |                   |       | 67.20 | 25.20 | 7.60           | Francoso arenoso |                |      |     |   |           |            |    |       |            |         |      |            |      |       |       |    |      |       |       |      |                  |    |      |     |   |      |     |    |      |  |                    |  |            |    |  |            |    |  |            |    |       |       |    |      |   |  |
| <p>Dr. Quím. Edison M. Miño M.<br/>                     Responsable Laboratorio <i>[Signature]</i></p>  |  |                   |           |                   |       |       |       |                |                  |                |      |     |   |           |            |    |       |            |         |      |            |      |       |       |    |      |       |       |      |                  |    |      |     |   |      |     |    |      |  |                    |  |            |    |  |            |    |  |            |    |       |       |    |      |   |  |





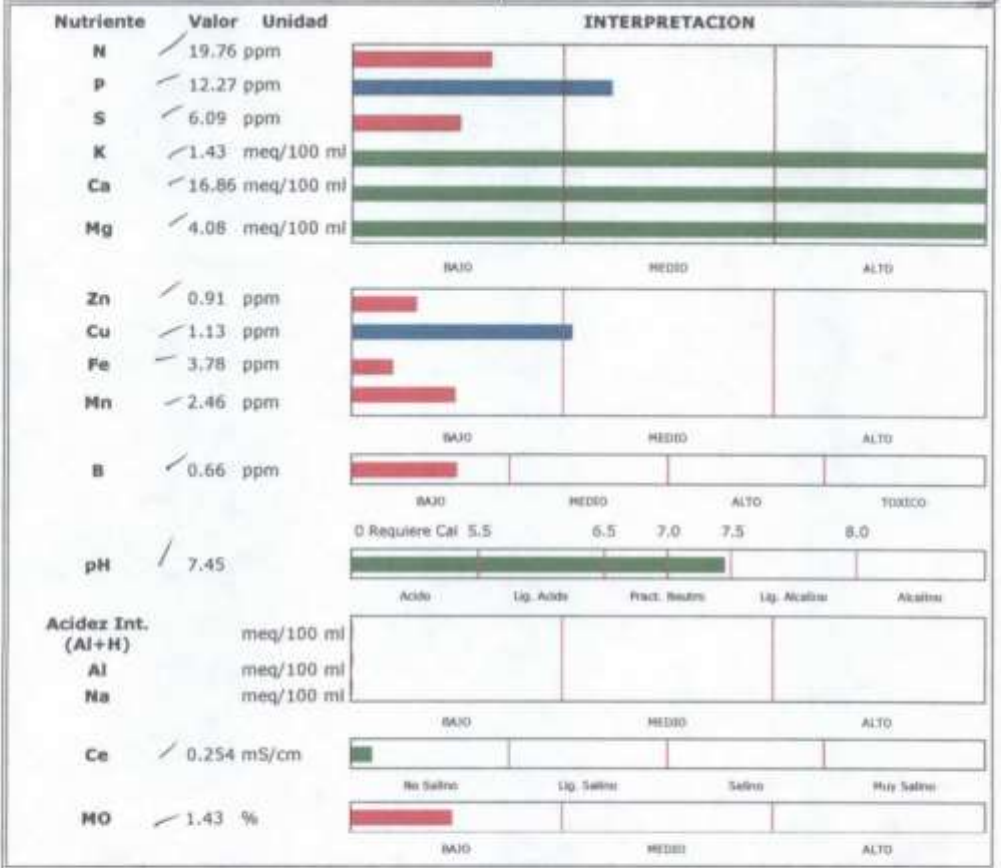
# LABORIOS NORTE

LABORIOS NORTE

Av. Cristobal de Troya y Jaime Roldos Ibarra - Ecuador cel. 0999591050

## REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

|                             |  |                              |              |
|-----------------------------|--|------------------------------|--------------|
| <b>DATOS DE PROPIETARIO</b> |  | <b>DATOS DE LA PROPIEDAD</b> |              |
| Nombre:                     | GOBIERNO PROV. IMBABURA (PUSIR GRANDE) | Provincia:                   | Carchi       |
| Ciudad:                     |  | Cantón:                      | Bolívar      |
| Teléfono:                   |  | Parroquia:                   | San Vicente  |
| Fax:                        |  | Sitio:                       | Pusir Grande |
| <b>DATOS DEL LOTE</b>       |  | <b>DATOS DE LABORATORIO</b>  |              |
| Sitio:                      | Pusir Grande                           | Nro Reporte.:                | 6382         |
| Superficie:                 |  | Tipo de Análisis:            | Completo + T |
| Número de Campo:            | 0-20                                   | Muestra:                     | Suelo 0-20   |
| Cultivo Actual:             |  | Fecha de Ingreso:            | 2015-08-12   |
| A Cultivar:                 |  | Fecha de Reporte:            | 2015-08-19   |



| Ca   | Mg   | Ca+Mg (meq/100ml) | %         | ppm  | (%)   | Clase Textural |         |                 |
|------|------|-------------------|-----------|------|-------|----------------|---------|-----------------|
| Mg   | K    | K                 | Sum Bases | NTot | Arena | Limo           | Arcilla |                 |
| 4.13 | 2.85 | 14.64             | 22.37     |      | 64.40 | 28.20          | 7.40    | Francos arenoso |

Dr. Quím. Edison M. Miño M.  
Responsable Laboratorio



|   |   |                        |
|---|---|------------------------|
|  <b>AGROCALIDAD</b><br>AGENCIA ECUATORIANA<br>DE ASESORAMIENTO<br>DE LA CALIDAD DEL AGRO | <b>LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS</b><br>Vía Interoceánica Km. 143 y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP,<br>Tumiraco - Cuito<br>Teléf.: 02-2372-842/2372-844/2372-845 | <b>PGT/SFA/09-FO02</b> |
|   | <b>Rev. 2</b>   |                        |
|   | <b>INFORME DE ANÁLISIS FOLIAR</b>   |                        |

Informe N°: LN-SFA-015-2004  
 Fecha emisión Informe: 14/09/2015

**DATOS DEL CUENTE**

Persona o Empresa solicitante: Javier Morejón Díaz / Agrocalidad Imbabura  
 Dirección: Pusir Grande  
 Provincia: Carchi Cantón: Bolívar  
 Teléfono: 0982667399  
 Correo Electrónico: [ingjavimore@hotmail.com](mailto:ingjavimore@hotmail.com)  
 N° Orden de Trabajo: 10-2015-010  
 N° Factura/Documento: 2210

**DATOS DE LA MUESTRA:**

Tipo de muestra: Foliar Conservación de la muestra: Lugar fresco y seco  
 Cultivo: Tuna  
 Provincia: Carchi X: ---  
 Cantón: Bolívar Y: ---  
 Parroquia: San Vicente de Pusir Altitud: ---  
 Muestreado por: Javier Morejón Díaz  
 Fecha de muestreo: 31-08-2015 Fecha de inicio de análisis: 02-09-2015  
 Fecha de recepción de la muestra: 02-09-2015 Fecha de finalización de análisis: 14-09-2015

**RESULTADOS DEL ANÁLISIS** 100 ml. (muestra).

| CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO | IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA | PARÁMETRO ANALIZADO | MÉTODO            | UNIDAD | RESULTADO |
|-------------------------------|---------------------------------------|---------------------|-------------------|--------|-----------|
| SFA-155676                    | M1                                    | Cenizas             | Gravimétrico      | %      | 13,63     |
|                               |                                       | Materia orgánica    | Gravimétrica      | %      | 86,37     |
|                               |                                       | Nitrógeno           | Dumas             | %      | 0,06      |
|                               |                                       | Fósforo             | Colorimétrico     | %      | 0,10      |
|                               |                                       | Potasio             | Absorción atómica | %      | 2,58      |
|                               |                                       | Calcio              | Absorción atómica | %      | 3,38      |
|                               |                                       | Magnesio            | Absorción atómica | %      | 0,57      |
|                               |                                       | Hierro              | Absorción atómica | ppm    | 131,59    |
|                               |                                       | Manganeso           | Absorción atómica | ppm    | 72,99     |
|                               |                                       | Cobalto             | Absorción atómica | ppm    | 0,00      |
|                               |                                       | Zinc                | Absorción atómica | ppm    | 14,48     |

Analizado por: Daniel Bedoya, Katty Pastas, Luis Carcuango

Observaciones:


**AGROCALIDAD**  
 AGENCIA ECUATORIANA  
 DE ASESORAMIENTO  
 DE LA CALIDAD DEL AGRO  
 LABORATORIO DE SUELOS,  
 FOLIARES Y AGUAS  
 TUMIRACO - CUITO  
 TUMIRACO - ECUADOR  
 Ing. Daniel Bedoya  
 Responsable de Laboratorio  
 Suelos, Foliar y Aguas

**Nota:** El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha.  
 Está prohibida la reproducción parcial de este informe.



| DATOS DE LA MUESTRA           |                 |  |   |
|-------------------------------|-----------------|--|---|
| Origen de la muestra          | CANAL - AC      | Muestra No.                              | 1 |
| Fecha de recolección Inicial: | 2013-05-13      |  |   |
| Temperatura ambiental:        | 22 °C           | Lluvias: Si ( ) - No ( x ) - Parcial ( ) |   |
| Procedencia:                  | PUSIR           | Domicilio:                               |   |
| Solicitud por:                | EPMAPA-B        |  |   |
| Provincia: CARCHI             | Cantón: BOLIVAR | Parroquia: SAN VICENTE DE PUSIR          |   |

| PARAMETRO | UNIDAD | LIMITE MAXIMO PERMISIBLE AGUA POTABLE | METODO DE ANALISIS | RESULTADOS |
|-----------|--------|---------------------------------------|--------------------|------------|
|           |        |                                       |                    | MUESTRA N° |

**ANALISIS FISICO**

|                        |       |              |                          |                |
|------------------------|-------|--------------|--------------------------|----------------|
| TEMPERATURA            | °C    | -            | TERMOMETRICO             | 18,20          |
| PH                     | -     | 6,5 - 8,5    | ELECTROMETRICO           | 8,23           |
| COLOR                  | UTC   | 10           | COMPARACION VISUAL PL-Cl | 10,00          |
| TURBIDIDAD             | NTU   | 5            | NEFELOMETRICO            | 1,720          |
| OLOR                   | -     | No Objetable |                          | CARACTERISTICO |
| SABOR                  | -     | No Objetable |                          | CARACTERISTICO |
| SOLIDOS TOT. DISUELTOS | mg/l  | 1015         | CONDUCTIVIMETRICO        | 129,10         |
| CONDUCTIVIDAD          | uS/cm | 1390         | CONDUCTIVIMETRICO        | 228,00         |
| INDICE DE LANGELIER    | -     | -2 a +0      | CALCULO                  | 0,22           |

**ANALISIS QUIMICO**

|                            |      |           |                             |        |
|----------------------------|------|-----------|-----------------------------|--------|
| SALINIDAD ( SAL/NaCl )     | mg/l |           | FOTOMETRICO                 | 101,29 |
| ALCALINIDAD TOT. ( CaCO3 ) | mg/l | 370       | VOLUMETRICO                 | 385,00 |
| ALUMINIO ( Al )            | mg/l | 0,25      | FOTOMETRICO                 | 0,017  |
| DUREZA TOTAL ( CaCO3 )     | mg/l | 250       | VOLUMETRICO ( EDTA )        | 34,24  |
| FOSFATOS ( PO4 3- )        | mg/l | 0,1       | FOTOMETRICO ( Ac. Ascobio ) | 0,78   |
| HIERRO ( Fe )              | mg/l | 0,3       | FOTOMETRICO                 | 0,13   |
| MANGANESO ( Mn )           | mg/l | 0,4       | FOTOMETRICO                 | 0,011  |
| NITRATOS ( NO3 )           | mg/l | 50        | FOTOMETRICO                 | 0,20   |
| NITRITOS ( NO2 )           | mg/l | 0,2       | FOTOMETRICO                 | 0,005  |
| NITROG. AMONIACAL ( N )    | mg/l | 0,5       | FOTOMETRICO                 | 0,08   |
| SULFATOS ( SO4 )           | mg/l | 200       | FOTOMETRICO                 | 5,00   |
| FLUORUROS ( F )            | mg/l | 1,5       | FOTOMETRICO                 | 1,29   |
| CLORO RESIDUAL ( Cl2 )     | mg/l | 0,3 - 1,5 | DPD                         | 0,00   |

**ANALISIS MICROBIOLOGICO**

|                    |           |    |          |            |
|--------------------|-----------|----|----------|------------|
| COLIFORMES TOTALES | Ufc/100ml |    | POTATEST | INCONTABLE |
| COLIFORMES FECALES | Ufc/100ml | <1 | POTATEST | INCONTABLE |

NTU

Analisis realizado en base a la metodología de los Métodos Normalizados para el Análisis de Agua Potable y Residuos EPBS (NWA-NRC), edición 1971, Series Técnicas Guatemalas (SDT) 188-2013

**OBSERVACIONES:**

- En los análisis Físico-Químicos se determina:  
 Los parámetros analizados si satisfacen las normas establecidas para el TRATAMIENTO de agua potable  
 La alcalinidad está ligeramente sobre la norma, produce un sabor salado al agua  
 Los fosfatos se encuentran elevados, pero, no representan ninguna molestia para la salud humana.  
 Provocan crecimientos de algas y plancton  
 El agua no es corrosiva
- En los análisis microbiológicos se determina:  
 Existe contaminación de tipo microbiológico en relación a COLIFORMES TOTALES  
 Existe contaminación de tipo microbiológico en relación a COLIFORMES FECALES
- Del análisis general se determina:  
 El agua NO es apta para el consumo humano, pero puede ser tratada
- Recomendación:  
 Se recomienda tratar el agua para hacerla potable y apta para el consumo humano  
 Se recomienda inspeccionar el sistema y localizar el foco de contaminación.  
 Se recomienda desinfectar con cloro

*[Firma]*  
 Mg. Jaime B. García  
 LABORATORIO REGIONAL DE AGUA POTABLE Y RESIDUOS DEL CENTRO SUR DE EPMAPA - B LABORATORIO

MUESTRA N° 1



**PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE BOLIVAR**  
**LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD**  
**ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO**

|                               |  |                              |  |                               |  |              |
|-------------------------------|--|------------------------------|--|-------------------------------|--|--------------|
| Origen de la muestra          |  | CANAL DE REGO                |  | AGUA CRUDA                    |  | Muestra No.  |
| Fecha de recolección (lugar): |  | 2014-12-01                   |  | Hora: 13:00                   |  | 1            |
| Temperatura ambiental:        |  | 28 °C                        |  | Urnas: No [ X ] - Parcial [ ] |  |              |
| Procedencia:                  |  | PUSIR GRANDE                 |  | Domicilio:                    |  |              |
| Solicitado por:               |  | ING. OCTAVIO NOVOA, EPMAPA-B |  | Parrquia:                     |  | PUSIR GRANDE |
| Prestador:                    |  | CARICHA                      |  | BOLIVAR                       |  |              |

**DATOS DE LA MUESTRA**

| PARAMETRO                      | UNIDAD    | METODO DE ANALISIS        | LIMITE MAXIMO PERMITIDO |              | RESULTADOS | OBSERVACIONES                                  | RECOMENDACIONES                                  |
|--------------------------------|-----------|---------------------------|-------------------------|--------------|------------|--|--|
|                                |           |                           | AGUA                    | POTABLE      |            |  |  |
| <b>ANÁLISIS FÍSICO</b>         |           |                           |                         |              |            |  |  |
| TEMPERATURA                    | °C        | TERMOMÉTRICO              | 8.5 - 8.8               |              | 17.50      | DENTRO DE NORMA                                |  |
| pH                             | -         | ELECTROMÉTRICO            | 6.5 - 8.5               |              | 8.08       | DENTRO DE NORMA                                |  |
| COLOR                          | UTC       | COMPARACION VISUAL PLO    | 15                      |              | 38.00      | FUERA DE NORMA                                 |  |
| TURBIDEZ                       | NTU       | NEFELIMÉTRICO             | 5                       |              | 25.500     | FUERA DE NORMA                                 |  |
| OLOR                           | -         | -                         | No Oligotípico          | DESAGRABABLE |            |  |  |
| SABOR                          | -         | -                         | No Oligotípico          | DESAGRABABLE |            |  |  |
| SÓLIDOS TOT. DISUELTOS         | mg/L      | CONDUCTIVIMÉTRICO         | 1015                    |              | 26.50      | DENTRO DE NORMA                                |  |
| CONDUCTIVIDAD                  | µS/cm     | CONDUCTIVIMÉTRICO         | 1300                    |              | 56.40      | DENTRO DE NORMA                                |  |
| ÍNDICE DE LAUSHELER            | -         | CÁLCULO                   | 2 a +6                  |              | 0.53       | NO CORROSIVA                                   |  |
| <b>ANÁLISIS QUÍMICO</b>        |           |                           |                         |              |            |  |  |
| CLORURO (CL)                   | mg/L      | FOTOMÉTRICO               | 26.30                   |              | 26.30      | ACEPTABLE                                      |  |
| SULFATO (SO4)                  | mg/L      | FOTOMÉTRICO               | 370                     |              | 385.00     | ELEVADA  | FILTRAR EL AGUA                                  |
| ALUMINIO TOT. (CaCO3)          | mg/L      | FOTOMÉTRICO               | 0.25                    |              | 0.043      | DENTRO DE NORMA                                |  |
| ALUMINO (Al)                   | mg/L      | FOTOMÉTRICO               | 200                     |              | 34.24      | DENTRO DE NORMA                                |  |
| DUREZA TOTAL (CaCO3)           | mg/L      | FOTOMÉTRICO (Ac. Amónico) | 0.1                     |              | 0.60       | ELEVADO  | TRATAR EL AGUA CON TODOS LOS PROCESOS REQUERIDOS |
| POSFATOS (PO4 3-)              | mg/L      | FOTOMÉTRICO (Ac. Amónico) |                         |              |            | NO AFECTA A LA SALUD- PRODUCE ALGAS Y PLANCTON |  |
| HIERRO (Fe)                    | mg/L      | FOTOMÉTRICO               | 0.3                     |              | 0.40       | FUERA DE NORMA                                 | AREAR Y FILTRAR EL AGUA                          |
| MANGANESO (Mn)                 | mg/L      | FOTOMÉTRICO               | 0.4                     |              | 0.047      | DENTRO DE NORMA                                |  |
| NITRATOS (NO3)                 | mg/L      | FOTOMÉTRICO               | 50                      |              | 0.40       | DENTRO DE NORMA                                |  |
| NITRITOS (NO2)                 | mg/L      | FOTOMÉTRICO               | 0.2                     |              | 0.001      | DENTRO DE NORMA                                |  |
| NITRÓGENO AMONÍACO (NH)        | mg/L      | FOTOMÉTRICO               | 0.5                     |              | 0.23       | DENTRO DE NORMA                                |  |
| SULFATOS (SO4)                 | mg/L      | FOTOMÉTRICO               | 200                     |              | 0.00       | DENTRO DE NORMA                                |  |
| FLUORURO (F)                   | mg/L      | FOTOMÉTRICO               | 1.5                     |              | 0.33       | DENTRO DE NORMA                                |  |
| CLORO RESIDUAL (CCl)           | mg/L      | DPD                       | 0.3 - 1.5               |              | 0.00       |  | AGUA CRUDA                                       |
| <b>ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO</b> |           |                           |                         |              |            |  |  |
| COLIFORMES TOTALES             | UFC/100ml | POTATSET                  | <1                      |              | INCONTABLE | FUERA DE NORMA                                 | INSPECCIONAR EL SISTEMA                          |
| COLIFORMES FECALES             | UFC/100ml | POTATSET                  | <1                      |              | INCONTABLE | FUERA DE NORMA                                 | Y TRATAR EL AGUA                                 |
| BOROS Y LEVADURAS              | UFC/ml    | POTATSET                  | <10                     |              | INCONTABLE | FUERA DE NORMA                                 |  |
| AEROBIOS MESOFÍLOS             | UFC/ml    | POTATSET                  | 100                     |              | INCONTABLE | FUERA DE NORMA                                 |  |

CONCLUSIONES:

\* AGUA NO APTA PARA EL CONSUMO HUMANO

  
**LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE AGUA POTABLE DE CARICHA S.R.L.**  
**LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE AGUA POTABLE DE CARICHA S.R.L.**  
**LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE AGUA POTABLE DE CARICHA S.R.L.**  
**LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE AGUA POTABLE DE CARICHA S.R.L.**

HISTORIA CLINICA



**PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE BOLIVAR**  
**LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD**  
**ANALISIS FISICO-QUIMICO Y MICROBIOLOGICO**

|                              |  |                 |  |             |   |
|------------------------------|--|-----------------|--|-------------|---|
| Origen de la muestra         |  | PLANTA COMPACTA | AGUA TRATADA   | Muestra No. | 1 |
| Fecha de recolección (lugar) |  | 2015-02-23      | Hora: 09:32  |             |   |
| Temperatura ambiental        |  | 33              | Unidad: °C   |             |   |
| Precedencia                  |  | PUSIR GRANDE    | Unidad: Si ( ) - No ( X ) - Pausa ( )                        |             |   |
| Solicitado por:              |  | EPWAIPA-B       | Diagnostico: MUESTRA TOMADA A LA SALIDA DE LA PLANTA DE AGUA |             |   |
| Provincia:                   |  | CARIBE          | Parmquia: PUSIR GRANDE                                       |             |   |

| PARAMETRO                      | UNIDAD | METODO DE ANALISIS       | LIMITE      |                | RESULTADOS | OBSERVACIONES       | RECOMENDACIONES |
|--------------------------------|--------|--------------------------|-------------|----------------|------------|---------------------|-----------------|
|                                |        |                          | MAXIMO      | MINIMO         |            |                     |                 |
| <b>ANALISIS FISICO</b>         |        |                          |             |                |            |                     |                 |
| TEMPERATURA                    | °C     | TERMOMETRICO             | -           | -              | 14,10      | DENTRO DE NORMA     |                 |
| pH                             |        | ELECTROMETRICO           | 6,5 - 8,5   |                | 7,89       | DENTRO DE NORMA     |                 |
| COLOR                          | UTC    | COMPARACION VISUAL PLS   | 15          |                | 0,00       | DENTRO DE NORMA     |                 |
| TURBEDAD                       | NTU    | NEMFOMETRICO             | 5           |                | 1,040      | DENTRO DE NORMA     |                 |
| OLOR                           |        |                          | No Objektiv | CARACTERISTICO |            |                     |                 |
| SABOR                          |        |                          | No Objektiv | CARACTERISTICO |            |                     |                 |
| SOLIDOS TOT. DISUELTOS         | mg/l   | CONDUCTIMETRICO          | 1015        |                | 101,60     | DENTRO DE NORMA     |                 |
| CONDUCTIVIDAD                  | µS/cm  | CAPACITIMETRICO          | 1360        |                | 154,70     | DENTRO DE NORMA     |                 |
| INDICE DE LANGELEIR            |        | CALCULO                  | 2,8 > 0     |                | 0,34       | NO CORROSIVA        |                 |
| <b>ANALISIS QUIMICO</b>        |        |                          |             |                |            |                     |                 |
| SALINIDAD (SALINAC)            | mg/l   | FOTOMETRICO              | 370         |                | 77,80      | ACEPTABLE           |                 |
| ALCALINIDAD TOT. (CaCO3)       | mg/l   | VOLUMETRICO              | 370         |                | 380,00     | LIGERAMENTE ELEVADA | LIMPIAR FILTROS |
| ALUMINO (Al)                   | mg/l   | FOTOMETRICO              | 0,25        |                | 0,022      | DENTRO DE NORMA     |                 |
| UREZA TOTAL (CaCO3)            | mg/l   | FOTOMETRICO              | 350         |                | 51,56      | DENTRO DE NORMA     |                 |
| FOSFATOS (PO4 P)               | mg/l   | COLUMETRICO (As Ammonia) | 0,1         |                | 0,83       | ELEVADO             |                 |
| NIERO (Fe)                     | mg/l   | FOTOMETRICO              | 0,3         |                | 0,06       | DENTRO DE NORMA     |                 |
| MANGANESO (Mn)                 | mg/l   | FOTOMETRICO              | 0,4         |                | 0,007      | DENTRO DE NORMA     |                 |
| NITRATOS (NO3)                 | mg/l   | FOTOMETRICO              | 60          |                | 0,50       | DENTRO DE NORMA     |                 |
| NITRITOS (NO2)                 | mg/l   | FOTOMETRICO              | 0,2         |                | 0,008      | DENTRO DE NORMA     |                 |
| NITROS. AMONACAL (NH)          | mg/l   | FOTOMETRICO              | 0,5         |                | 0,00       | DENTRO DE NORMA     |                 |
| SULFATOS (SO4)                 | mg/l   | FOTOMETRICO              | 200         |                | 0,00       | DENTRO DE NORMA     |                 |
| FLUORUROS (F)                  | mg/l   | FOTOMETRICO              | 1,5         |                | 0,17       | DENTRO DE NORMA     |                 |
| CLORO RESIDUAL (Cl2)           | mg/l   | TRQ                      | 0,3 - 1,5   |                | 2,10       | DENTRO DE NORMA     |                 |
| <b>ANALISIS MICROBIOLOGICO</b> |        |                          |             |                |            |                     |                 |
| COLIFORMES TOTALES             | UFC/ml | MPA/TEET                 | 41          |                | 0,00       | DENTRO DE NORMA     |                 |
| COLIFORMES FECALES             | UFC/ml | MPA/TEET                 | 41          |                | 0,00       | DENTRO DE NORMA     |                 |
| BICHOS Y LEVADURAS             | UFC/ml | MPA/TEET                 | <10         |                | 0,00       | DENTRO DE NORMA     |                 |
| AEROBIOS MESOFILOS             | UFC/ml | MPA/TEET                 | 100         |                | 0,00       | DENTRO DE NORMA     |                 |

NOTA: Se debe interpretar el valor < 10 unidades/g de Bichos y Levaduras y Aerobios Mesofilos como 0 (Cero) unidades/g de Bichos y Levaduras y Aerobios Mesofilos.  
 AGUA APTA PARA EL CONSUMO HUMANO



Ing. Wilma Johana R. Gacizo C.  
 LABORATORISTA EPWAIPA-B

1113 016 4 3

0 % S = 5,110



PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE BOLIVAR  
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD  
ANALISIS FISICO-QUIMICO Y MICROBIOLOGICO

|                               |                 |   |              |              |
|-------------------------------|-----------------|---|--------------|--------------|
| Origen de la muestra:         | PLANTA COMPAQTA | AGUA (TRATADA) / CLOVA                          | Muestra No.: | 1            |
| Fecha de recolección inicial: | 2015-04-13      | 2015-04-13                                      | Hora:        |              |
| Temperatura ambiental:        | 30              | 30  | Latitud:     |              |
| Procedencia:                  | FUJER GRANDE    | FUJER GRANDE                                    | Longitud:    |              |
| Solicitado por:               | EFM92-B         | MUESTRA TOMADA A LA SALIDA DE LA PLANTA DE AGUA | Participa:   | FUJER GRANDE |
| Provincia:                    | CARACHI         | BOLIVAR   |              |              |

| PARAMETRO                      | UNIDAD   | METODO DE ANALISIS         | LIMITE MAXIMO PERMITIDO | RESULTADOS     | OBSERVACIONES       | RECOMENDACIONES                          |
|--------------------------------|----------|----------------------------|-------------------------|----------------|---------------------|--|
|                                |          |                            |                         |                |                     |  |
| <b>ANALISIS FISICO</b>         |          |                            |                         |                |                     |  |
| TEMPERATURA                    | °C       | TERMOMETRICO               | -                       | 18,00          | DENTRO DE NORMA     |  |
| PH                             | -        | ELECTROMETRICO             | 6,5 - 8,5               | 9,40           | DENTRO DE NORMA     |  |
| COLOR                          | UTC      | COMPARACION VISUAL P/CO    | 15                      | 5,00           | DENTRO DE NORMA     |  |
| TURBIDIDAD                     | NTU      | NIEFLOMETRICO              | 5                       | 2,300          | DENTRO DE NORMA     |  |
| OLOR                           | -        | -                          | No Objetable            | CARACTERISTICO |                     |  |
| SABOR                          | -        | -                          | No Objetable            | CARACTERISTICO |                     |  |
| SOLIDOS TOT. DISUELTOS         | mg/L     | CONDUCTIVIMETRICO          | 1015                    | 87,00          | DENTRO DE NORMA     |  |
| CONDUCTIVIDAD                  | uS/cm    | CONDUCTIVIMETRICO          | 1300                    | 135,50         | DENTRO DE NORMA     |  |
| INDICE DE LANGELEIR            | -        | SALCALO                    | -2 a +0                 | 1,03           | NO CORROSIVA        |  |
| <b>ANALISIS QUIMICO</b>        |          |                            |                         |                |                     |  |
| SALINIDAD (CLORURO)            | mg/L     | FOTOMETRICO                | -                       | 84,30          | ACEPTABLE           |  |
| ALCALINIDAD TOT. (CALCO)       | mg/L     | VOLUMETRICO                | 370                     | 306,00         | DEFERAMENTE ELEVADA | LIMPIAR FILTROS                          |
| ALUMINIO (AL)                  | mg/L     | FOTOMETRICO                | 0,25                    | 0,021          | DENTRO DE NORMA     |  |
| DUREZA TOTAL (CALCO)           | mg/L     | VOLUMETRICO (EDTA)         | 200                     | 51,30          | DENTRO DE NORMA     |  |
| FOSFATOS (PO43-)               | mg/L     | FOTOMETRICO (As. Amolibro) | 0,1                     | 0,00           | ELEVADO             | LIMPIAR FILTROS                          |
| NIQUELO (Ni)                   | mg/L     | FOTOMETRICO                | 0,3                     | 0,06           | DENTRO DE NORMA     |  |
| BORGANEO (BO)                  | mg/L     | FOTOMETRICO                | 0,4                     | 0,006          | DENTRO DE NORMA     |  |
| NITRATOS (NO3)                 | mg/L     | FOTOMETRICO                | 50                      | 0,45           | DENTRO DE NORMA     |  |
| NITRITOS (NO2)                 | mg/L     | FOTOMETRICO                | 0,7                     | 0,006          | DENTRO DE NORMA     |  |
| NITROG. AMONIACAL (N)          | mg/L     | FOTOMETRICO                | 0,5                     | 0,00           | DENTRO DE NORMA     |  |
| SULFATOS (SO4)                 | mg/L     | FOTOMETRICO                | 200                     | 1,00           | DENTRO DE NORMA     |  |
| FLUORUROS (F)                  | mg/L     | FOTOMETRICO                | 1,5                     | 0,18           | DENTRO DE NORMA     |  |
| CLORO RESIDUAL (CL)            | mg/L     | SP                         | 0,3 - 1,5               | 0,00           | FUERA DE NORMA      | CLORAR ADECUADAMENTE                     |
| <b>ANALISIS MICROBIOLOGICO</b> |          |                            |                         |                |                     |  |
| COLIFORMES TOTALES             | UR/100ml | POTABILIST                 | <1                      | 90,00          | FUERA DE NORMA      | INSPECCIONAR EL SISTEMA Y TRATAR EL AGUA |
| COLIFORMES FECALIS             | UR/100ml | POTABILIST                 | <1                      | 82,00          | FUERA DE NORMA      |  |
| BORIOS Y LEVADURAS             | UP/CM    | POTABILIST                 | <10                     | INCONTABLE     | FUERA DE NORMA      |  |
| AEROBIOS MESOFILOS             | UP/CM    | POTABILIST                 | 100                     | INCONTABLE     | FUERA DE NORMA      |  |

CONCLUSIONES:  
\* AGUA NO APTA PARA EL CONSUMO HUMANO

SE DEBE TENER PRESENTEMENTE DEL AGUA CON DESINFECCION PERMANENTE CON CLORO DENTRO DE LOS RANGOS PERMITIDOS

Ing. Quím. Jaime R. O. Quiroga  
LABORATORISTA EN AGUA POTABLE Y AMBIENTAL

41070 P. A. L. 4

LABORATORIO

2/6 en 1/10



PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE SULLISTA  
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD  
ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO

Origen de la muestra: PLANTA COMPOSTA ZONA TRATADA Muestra No. 1  
Fecha de muestreo: 20/10/08  
Lugar: SULLISTA  
Categoría: SULLISTA  
Comentarios: MUESTRA TOMADA A LA SALIDA DE LA PLANTA DE AGUA  
Procedencia: FUENTE ORGANICA  
Sobrecarga por: BR. JAVIER MOREJON  
Previsión: CARGO: BOQUINAR

| PARAMETRO                      | UNIDAD   | METODO DE ANALISIS  | LIMITE MAXIMO PERMITIDO POR LA Ley | RESULTADO    | OBSERVACIONES    | RECOMENDACIONES        |
|--------------------------------|----------|---------------------|------------------------------------|--------------|------------------|------------------------|
| <b>ANALISIS FISICO</b>         |          |                     |                                    |              |                  |                        |
| TEMPERATURA                    | °C       | TERMOMETRO          | 20.0                               | 20.0         | DENTRO DE NORMA  |                        |
| pH                             |          | ELECTROMETRO        | 6.5 - 8.5                          | 7.77         | DENTRO DE NORMA  |                        |
| COND. OR.                      | LT/L     | COMPARACION VISUAL  | 15                                 | 18.70        | FUERA DE NORMA   | TRATAR EL AGUA         |
| TURBIDEZ                       | NTU      | APFLOMETRO          | 5                                  | 86.000       | FUERA DE NORMA   | TRATAR EL AGUA         |
| OLOR                           |          |                     | No Quantitativo                    | DESAGRAVABLE |                  |                        |
| SABOR                          |          |                     | No Quantitativo                    | DESAGRAVABLE |                  |                        |
| SOFTNESS TEST                  | MG/L     | CONDUCTOMETRICO     | 1000                               | 17.00        | DENTRO DE NORMA  |                        |
| COND. DURAB.                   | MG/L     | CONDUCTOMETRICO     | 1300                               | 55.10        | DENTRO DE NORMA  |                        |
| INDEXE DE DUREZ                | MG/L     | ALUMINUM            | 200                                | 6.22         | NO CUANTIFICABLE |                        |
| <b>ANALISIS QUIMICO</b>        |          |                     |                                    |              |                  |                        |
| CLORURO (CL)                   | MG/L     | ESPECTROFOTOMETRICO | 200                                | 27.70        | ACEPTABLE        |                        |
| SULFATO (SO4)                  | MG/L     | ESPECTROFOTOMETRICO | 300                                | 28.00        | FUERA DE NORMA   | TRATAR EL AGUA         |
| AMONIO (NH4)                   | MG/L     | ESPECTROFOTOMETRICO | 0.20                               | 0.00         | DENTRO DE NORMA  |                        |
| DUREZA TOTAL (DGT)             | MG/L     | ALUMINUM            | 200                                | 17.12        | DENTRO DE NORMA  |                        |
| COFENOL (COF)                  | MG/L     | ESPECTROFOTOMETRICO | 0.1                                | 0.03         | DENTRO DE NORMA  |                        |
| COFENOL (COF)                  | MG/L     | ESPECTROFOTOMETRICO | 0.1                                | 0.04         | DENTRO DE NORMA  |                        |
| MANGANESO (Mn)                 | MG/L     | ESPECTROFOTOMETRICO | 0.4                                | 0.04         | DENTRO DE NORMA  |                        |
| NITRITO (NO2)                  | MG/L     | ESPECTROFOTOMETRICO | 0.6                                | 0.00         | DENTRO DE NORMA  |                        |
| NITROGENO (NO3)                | MG/L     | ESPECTROFOTOMETRICO | 0.5                                | 0.01         | DENTRO DE NORMA  |                        |
| CLORURO (CL)                   | MG/L     | ESPECTROFOTOMETRICO | 200                                | 3.00         | DENTRO DE NORMA  |                        |
| SULFATO (SO4)                  | MG/L     | ESPECTROFOTOMETRICO | 0.5                                | 0.17         | DENTRO DE NORMA  |                        |
| CLORURO (CL)                   | MG/L     | ESPECTROFOTOMETRICO | 0.3 - 1.5                          | 0.06         | FUERA DE NORMA   | DI OBRAR CORRECTAMENTE |
| <b>ANALISIS MICROBIOLÓGICO</b> |          |                     |                                    |              |                  |                        |
| COLIFORMES TOTALES             | UNIDADES | MEMBRANA            | CFU                                | 0.00         | DENTRO DE NORMA  |                        |
| COLIFORMES FECALES             | UNIDADES | MEMBRANA            | CFU                                | 0.00         | FUERA DE NORMA   | TRATAR EL AGUA         |
| HECOCOS                        | UNIDADES | MEMBRANA            | CFU                                | 0.00         | DENTRO DE NORMA  |                        |
| HECOCOS                        | UNIDADES | MEMBRANA            | CFU                                | 0.00         | DENTRO DE NORMA  |                        |

NOTA: Todos los datos de este informe son válidos. Para obtener más información consulte el Manual de Operación y Mantenimiento del Laboratorio de Control de Calidad de Agua Potable Sullista. Teléfono: 081-888-0888.

**CONCLUSIONES:**  
- AGUA NO ES APTA PARA EL CONSUMO HUMANO  
- REVISAR E INSPECCIONAR EL SISTEMA DE CAPTACION, CONDUCCION, PLANTA DE TRATAMIENTO PARA LOCALIZAR EL FONDO DE CONTAMINACION MICROBIOLÓGICA

Ing. Químico, Javier B. Guevara  
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE AGUA POTABLE SULLISTA

*Javier B. Guevara*

**LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE AGUA POTABLE SULLISTA**

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE BOLLIVAR  
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD  
ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO



|                                |                   |                        |              |             |         |
|--------------------------------|-------------------|------------------------|--------------|-------------|---------|
| Origen de la muestra           | CANAL DE RIEGO    | ESTACIÓN DE LA MUESTRA | AGUA CRUDA   | Muestra No. | 1       |
| Fecha de recolección (mes/año) | 30/09/2014        | Forma                  | OBRES        |             |         |
| Responsable muestra            | PUJIB GRANDE      | Unidad                 | BL           | Nº 1        | PERSONA |
| Procedimiento                  | SR. JAVIER MORGON | Domicilio              |              |             |         |
| Recolectado por                | SR. JAVIER MORGON | particular             | PUJIB GRANDE |             |         |
| Proveedor                      | CARICH            | 30017AK                |              |             |         |

| PARAMETRO                      | UNIDAD      | METODO DE ANALISIS                | LIMITE MAXIMO PERMITIDO POTABLE | RESULTADOS | OBSERVACIONES   | RECOMENDACIONES                     |
|--------------------------------|-------------|-----------------------------------|---------------------------------|------------|-----------------|-------------------------------------|
|                                |             |                                   |                                 |            |                 |                                     |
| <b>ANÁLISIS FÍSICO</b>         |             |                                   |                                 |            |                 |                                     |
| TEMPERATURA                    | °C          | TERMOMETRO                        | 0,5 - 2,5                       | 20,58      | DENTRO DE NORMA |                                     |
| OPACIDAD                       | NTU         | ELECTROMETRO                      | 5                               | 18,36      | DENTRO DE NORMA |                                     |
| COLOR                          | PCU         | COMPARACION VISUAL EN METODO POND | 5                               | 18,36      | DENTRO DE NORMA |                                     |
| TURBIDEZ                       | NTU         | METODO POND                       | 5                               | 18,36      | DENTRO DE NORMA |                                     |
| OXIGENO DISUELTO               | mg/l        | en Ojeteado                       | 7,0                             | 7,50       | DENTRO DE NORMA |                                     |
| SOLIDOS TOTALES                | mg/l        | NO OBJETIVO                       | 1915                            | 25,20      | DENTRO DE NORMA |                                     |
| SOLIDOS DISUELTOS              | mg/l        | NO OBJETIVO                       | 1398                            | 20,10      | DENTRO DE NORMA |                                     |
| CONDUCTIVIDAD                  | µmhos/cm    | CONDUCTIMETRO                     | -2 a 70                         | 0,34       | NO CERROSINA    |                                     |
| ÍNDICE DE LAPPELLER            |             | SALICILO                          |                                 |            |                 |                                     |
| <b>ANÁLISIS QUÍMICO</b>        |             |                                   |                                 |            |                 |                                     |
| SALINIDAD (MAGNESIO)           | mg/l        | POTOMETRICO                       | 200                             | 39,90      | ACEPTABLE       |                                     |
| ALUMINIO (AL)                  | mg/l        | SOLIMETRICO                       | 0,25                            | 385,00     | ELEVADA         | TRAFER EL AGUA PARA HACERLA POTABLE |
| CALCIO (CA)                    | mg/l        | POTOMETRICO                       | 200                             | 0,041      | DENTRO DE NORMA |                                     |
| CARBONATO TOTAL (CA+CO3)       | mg/l        | POTOMETRICO                       | 350                             | 34,24      | DENTRO DE NORMA |                                     |
| COBERTURA (CO3)                | mg/l        | MAGNESIO (Mg)                     | 0,1                             | 0,53       | FUERA DE NORMA  | TRAFER EL AGUA PARA HACERLA POTABLE |
| CLORURO (CL)                   | mg/l        | POTOMETRICO                       | 0,2                             | 0,42       | FUERA DE NORMA  | TRAFER EL AGUA PARA HACERLA POTABLE |
| MANGANESO (Mn)                 | mg/l        | POTOMETRICO                       | 0,4                             | 0,048      | DENTRO DE NORMA |                                     |
| NITRÓGENO (NO3)                | mg/l        | SOLIMETRICO                       | 50                              | 0,50       | DENTRO DE NORMA |                                     |
| NITRÓGENO (NO2)                | mg/l        | POTOMETRICO                       | 0,2                             | 0,083      | DENTRO DE NORMA |                                     |
| NITRÓGENO AMONÍACO (NH4)       | mg/l        | POTOMETRICO                       | 0,5                             | 0,27       | DENTRO DE NORMA |                                     |
| SULFATO (SO4)                  | mg/l        | POTOMETRICO                       | 200                             | 0,60       | DENTRO DE NORMA |                                     |
| FLORIDO (F)                    | mg/l        | POTOMETRICO                       | 1,5                             | 3,55       | DENTRO DE NORMA |                                     |
| CANTIDAD RESIDUA (CO2)         | mg/l        | POTOMETRICO                       | 0,3 - 1,5                       | 0,00       | NO CERRINA      |                                     |
| <b>ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO</b> |             |                                   |                                 |            |                 |                                     |
| COLIFORMES TOTALES             | unidades/ml | PLAQUETAS                         | 41                              | 23,00      | FUERA DE NORMA  | TRAFER EL AGUA PARA HACERLA POTABLE |
| COLIFORMES FECALES             | unidades/ml | PLAQUETAS                         | 41                              | 18,00      | FUERA DE NORMA  | TRAFER EL AGUA PARA HACERLA POTABLE |
| MÓDICO Y LEVADURAS             | unidades/ml | POTOMETRICO                       | 418                             | 1,00       | DENTRO DE NORMA |                                     |
| APROBES MEXOFITOS              | unidades/ml | UP-CHEK                           | 180                             | 0,00       | DENTRO DE NORMA |                                     |

**CONCLUSIONES:**  
 \* AGUA SI ES APTA PARA EL TRATAMIENTO PARA HACERLA POTABLE  
 \* REVISAR E INSPECCIONAR EL SISTEMA DE CANTIDAD Y CONDUCCION PARA LOCALIZAR EL FONDO DE CONTAMINACION MICROBIOLÓGICA

Ing. Quím. Javier R. Morgon  
 LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD  
 DE AGUA POTABLE Y CONTAMINACIÓN  
 MICROBIOLÓGICA  
 BOLLIVAR

|                             |                    |   |             |
|-----------------------------|--------------------|---|-------------|
| Origen de la muestra        | PLANTA COMPACTA    | Agua Tratada  | Muestra No. |
| Fecha de recolección local: | 2015-09-20         | Hora: 10:45   | 1           |
| Temperatura ambiente:       | 31                 | Unidad: °C  |             |
| Procedencia:                | FUJIR GRANDE       | Ubicación: Si ( ) - No ( X ) - Piscal ( )                     |             |
| Solicitante priv:           | SR. JAVIER MOREJON | Descripción: MUESTRIA TOBADA A LA SALIDA DE LA PLANTA DE AGUA |             |
| Provincia:                  | CANCHI             | Farmacia: FUJIR GRANDE  |             |

| PARAMETRO                      | UNIDAD   | METODO DE ANALISIS           | LIMITE MAXIMO PERMITIDO   | RESULTADOS | OBSERVACIONES   | RECOMENDACIONES |
|--------------------------------|----------|------------------------------|---------------------------|------------|-----------------|-----------------|
|                                |          |                              |                           |            |                 |                 |
| <b>ANALISIS FISICO</b>         |          |                              |                           |            |                 |                 |
| TEMPERATURA                    | °C       | TERMOMETRICO                 | -                         | 19.10      | DENTRO DE NORMA |                 |
| pH                             | -        | ELECTROMETRICO               | 6.5 - 8.5                 | 6.88       | DENTRO DE NORMA |                 |
| COLOR                          | UTC      | COMPARACION VISUAL EN DISCOS | 15                        | 0.00       | DENTRO DE NORMA |                 |
| TURBIDIDAD                     | NTU      | NEFELOMETRICO                | 5                         | 0.339      | DENTRO DE NORMA |                 |
| OLOR                           | -        | -                            | No Objeto de Desagradable |            |                 |                 |
| SABOR                          | -        | -                            | No Objeto de Desagradable |            |                 |                 |
| SOLIDOS TOT. DISUELTOS         | mg/l     | CONDUCTIVIMETRICO            | 1015                      | 246.00     | DENTRO DE NORMA |                 |
| CONDUCTIVIDAD                  | µS/cm    | CONDUCTIVIMETRICO            | 1300                      | 384.00     | DENTRO DE NORMA |                 |
| INDICE DE LANGELEIR            | -        | CALECULO                     | -2.8 ± 0                  | -0.87      | NO CORROSIVA    |                 |
| <b>ANALISIS QUIMICO</b>        |          |                              |                           |            |                 |                 |
| SALINIDAD ( SALINIC-1 )        | mg/l     | FOTOMETRICO                  | 163.10                    | 163.10     | ACEPTABLE       |                 |
| ALCALINIDAD TOT. ( CAOD3 )     | mg/l     | VOLUMETRICO                  | 370                       | 385.00     | FUERA DE NORMA  | TRATAR EL AGUA  |
| ALUMINO ( AL )                 | mg/l     | FOTOMETRICO                  | 0.25                      | 0.000      | DENTRO DE NORMA |                 |
| DUREZA TOTAL ( GKOD3 )         | mg/l     | VOLUMETRICO ( EDTA )         | 260                       | 57.38      | DENTRO DE NORMA |                 |
| FOSFATOS ( PO4 3- )            | mg/l     | FOTOMETRICO ( Ascorbico )    | 0.1                       | 1.58       | FUERA DE NORMA  | TRATAR EL AGUA  |
| HIERRO ( Fe )                  | mg/l     | FOTOMETRICO                  | 0.3                       | 0.15       | DENTRO DE NORMA |                 |
| MANGANESO ( Mn )               | mg/l     | FOTOMETRICO                  | 0.4                       | 0.010      | DENTRO DE NORMA |                 |
| NITRATOS ( NO3 )               | mg/l     | FOTOMETRICO                  | 50                        | 2.20       | DENTRO DE NORMA |                 |
| NITRITOS ( NO2 )               | mg/l     | FOTOMETRICO                  | 0.2                       | 0.011      | DENTRO DE NORMA |                 |
| NITROG. AMONICAL ( N )         | mg/l     | FOTOMETRICO                  | 0.5                       | 0.07       | DENTRO DE NORMA |                 |
| SILICATOS ( SiO4 )             | mg/l     | FOTOMETRICO                  | 260                       | 6.00       | DENTRO DE NORMA |                 |
| FLUORURO ( F )                 | mg/l     | FOTOMETRICO                  | 1.5                       | 0.49       | DENTRO DE NORMA |                 |
| CLORO RESIDUAL ( Cl2 )         | mg/l     | SPD                          | 0.3 - 1.5                 | 0.46       | DENTRO DE NORMA |                 |
| <b>ANALISIS MICROBIOLOGICO</b> |          |                              |                           |            |                 |                 |
| COLIFORMES TOTALES             | UR/100ml | PCAT/TEST                    | 41                        | 0.00       | DENTRO DE NORMA |                 |
| COLIFORMES FECALES             | UR/100ml | PCAT/TEST                    | 41                        | 0.00       | DENTRO DE NORMA |                 |
| MOHOS Y LEVADURAS              | UF/25ml  | PCAT/TEST                    | 418                       | 0.00       | DENTRO DE NORMA |                 |
| AEROBIOS MESOFILOS             | UF/25ml  | PCAT/TEST                    | 100                       | 0.00       | DENTRO DE NORMA |                 |

CONCLUSIONES:  
 \* AGUA BIEN APTA PARA EL CONSUMO HUMANO  
 \* TRATAR EL AGUA PARA MAJOR ALCALINIDAD Y FOSFATOS. LIMPIAR PLANTA COMPACTA MAS SEGURO



PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE BOLIVAR  
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD  
ANALISIS FISICO-QUIMICO Y MICROBIOLOGICO



|   |  |   |                  |
|---|--|---|------------------|
| Origen de la muestra:<br>Fecha de recolección Inicial:<br>Temperatura ambiental:<br>Procedencia:<br>Solicitado por:<br>Provincia: | PLANTA COMPACTA<br>2018-09-31<br>30<br>PUJER GRANDE<br>SR. JAVIER MOREJON<br>BOLIVAR | AGUA TRATADA<br>10615<br>Litros:<br>Económico:<br>Patrocinador:<br>PUJER GRANDE | Muestra No.<br>1 |
|---|--|---|------------------|

| PARAMETRO                      | UNIDAD    | METODO DE ANALISIS                         | LIMITE                    |                | RESULTADOS | OBSERVACIONES   | RECOMENDACIONES      |
|--------------------------------|-----------|--|---------------------------|----------------|------------|-----------------|----------------------|
|                                |           |  | MAXIMO PERMITIDO          | ABRIDA POTABLE |            |                 |                      |
| <b>ANALISIS FISICO</b>         |           |  |                           |                |            |                 |                      |
| TEMPERATURA                    | °C        | POTOMETRICO                                | 17.40                     |                | 17.40      | DENTRO DE NORMA |                      |
| pH                             |           | ELECTROMETRICO                             | 8.38                      | 6.5 - 8.5      | 8.38       | DENTRO DE NORMA |                      |
| COLOR                          | UTC       | COMPARACION VISUAL EN CUBAS METEOROLOGICAS | 98.00                     | 5              | 98.00      | FUERA DE NORMA  | TRATAR EL AGUA       |
| TURBIDIDAD                     | NTU       | METEOROLOGICO                              | 19.200                    | 5              | 19.200     | FUERA DE NORMA  | TRATAR EL AGUA       |
| SOLOR                          | -         | -  | No Objeto de DESAGUADABLE |                |            |                 |                      |
| SABOR                          | -         | -  | No Objeto de DESAGUADABLE |                |            |                 |                      |
| SOLIDOS TOTALES                | mg/l      | CONDUCTOMETRICO                            | 71.30                     | 1515           | 71.30      | DENTRO DE NORMA |                      |
| CONDUCTIVIDAD                  | µS/cm     | CONDUCTOMETRICO                            | 114.80                    | 1360           | 114.80     | DENTRO DE NORMA |                      |
| INDICE DE LANGMUIR             | -         | SABOR                                      | 0.71                      | -2 a +0        |            | NO CORROSIVA    |                      |
| <b>ANALISIS QUIMICO</b>        |           |  |                           |                |            |                 |                      |
| SALINIDAD (SALINIC)            | mg/l      | POTOMETRICO                                | 66.70                     | ACCEPTABLE     |            | ACCEPTABLE      |                      |
| ALCALINIDAD TOT (CaCO3)        | mg/l      | POTOMETRICO                                | 383.00                    | 370            |            | FUERA DE NORMA  | TRATAR EL AGUA       |
| ALUMINO (Al)                   | mg/l      | POTOMETRICO                                | 0.190                     | 0.25           |            | DENTRO DE NORMA |                      |
| CUREZA TOTAL (CaCO3)           | mg/l      | SOLUBILIDAD (EDTA)                         | 17.12                     | 250            |            | DENTRO DE NORMA |                      |
| FLUORURO (F)                   | mg/l      | POTOMETRICO (M. SPECTROF)                  | 0.78                      | 0.1            |            | FUERA DE NORMA  | TRATAR EL AGUA       |
| HEMBRO (Fe)                    | mg/l      | POTOMETRICO                                | 0.14                      | 0.1            |            | DENTRO DE NORMA |                      |
| MANGANESO (Mn)                 | mg/l      | POTOMETRICO                                | 0.035                     | 0.4            |            | DENTRO DE NORMA |                      |
| NITRATO (NO3)                  | mg/l      | POTOMETRICO                                | 0.50                      | 50             |            | DENTRO DE NORMA |                      |
| NITRITO (NO2)                  | mg/l      | POTOMETRICO                                | 0.003                     | 0.2            |            | DENTRO DE NORMA |                      |
| NITROGENO AMONIACAL (N)        | mg/l      | POTOMETRICO                                | 0.01                      | 9.5            |            | DENTRO DE NORMA |                      |
| SUSPENSIONES (S)               | mg/l      | POTOMETRICO                                | 5.00                      | 2000           |            | DENTRO DE NORMA |                      |
| FLUORURO (F)                   | mg/l      | POTOMETRICO                                | 0.38                      | 1.5            |            | DENTRO DE NORMA |                      |
| COLOR BEBIBIL (CE)             | mg/l      | PCD  | 0.26                      | 0.3 - 1.5      |            | FUERA DE NORMA  | CLORAR CORRECTAMENTE |
| <b>ANALISIS MICROBIOLOGICO</b> |           |  |                           |                |            |                 |                      |
| GOLFOFORMES TOTALES            | UFC/100ml | PCAT/ST                                    | 43                        | <1             | 43.00      | FUERA DE NORMA  | TRATAR EL AGUA       |
| GOLFOFORMES FECALES            | UFC/100ml | PCAT/ST                                    | 41                        | <1             | 41.00      | FUERA DE NORMA  | TRATAR EL AGUA       |
| MOHOS Y LEVADURAS              | UFC/100ml | PCAT/ST                                    | 5.00                      | <10            | 5.00       | DENTRO DE NORMA | TRATAR EL AGUA       |
| ASPERGILUS MESOFILOS           | UFC/100ml | PCAT/ST                                    | 1.00                      | <100           | 1.00       | DENTRO DE NORMA | TRATAR EL AGUA       |

NOTA: Todos los datos de este informe son válidos para el periodo de validez de la muestra y no para el periodo de validez de la muestra. Todos los datos son válidos para el periodo de validez de la muestra y no para el periodo de validez de la muestra.

**CONCLUSIONES:**  
 - AGUA NO ES APTA PARA EL CONSUMO HUMANO  
 - REVISAR E INSPECCIONAR EL SISTEMA DE CAPTACION, CONDUCCION, PLANTA DE TRATAMIENTO PARA LOCALIZAR EL POCO DE CONTAMINACION MICROBIOLOGICA

Ing. Guzmán, Jaime R. *(Firma)*  
 LABORATORISTA EF  
 LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD  
 BOLIVAR





PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE BOLIVAR  
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD  
ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO

|                               |                    |  |  |
|-------------------------------|--------------------|--|--|
| Origen de la muestra          | PLANTA COMPACTA    | AGUA TRAYADA                                     | Muestra No.  |
| Fecha de recolección Inicial: | 2015-08-31         | 10h15  | 1  |
| Temperatura ambiental:        | 18.7               | Hum: ( )<br>V: ( )<br>N: ( )<br>X: ( )<br>P: ( ) |  |
| Procedencia:                  | PUSIR GRANDE       |  |  |
| Solicitado por:               | Sr. JAVIER MOREJON |  | MUESTRA CON MUESTRO 3, CONC. 100 MJSIL - 100 MUESTRA |
| Provincia:                    | CARICH             | Cantón:  | PUSIR GRANDE   |

| PARAMETRO                      | UNIDAD    | METODO DE ANALISIS          | LIBRETE MAXIMO PERMITIDO AGUA POTABLE | RESULTADOS   | OBSERVACIONES   | RECOMENDACIONES |
|--------------------------------|-----------|-----------------------------|---------------------------------------|--------------|-----------------|-----------------|
| <b>ANÁLISIS FÍSICO</b>         |           |                             |                                       |              |                 |                 |
| TEMPERATURA                    | °C        | TERMOMETRICO                | -                                     | 18.50        | DENTRO DE NORMA |                 |
| pH                             | -         | ELECTROMETRICO              | 6.5 - 8.5                             | 6.66         | DENTRO DE NORMA |                 |
| COLOR                          | UTC       | COMPARACION VIDAS PLAS      | 15                                    | 88.00        | FUERA DE NORMA  | TRATAR EL AGUA  |
| TURBIDEZ                       | NTU       | NEFELOMETRICO               | 5                                     | 18.200       | FUERA DE NORMA  | TRATAR EL AGUA  |
| OLOR                           | -         | -                           | No Objetable                          | DESAGRADABLE |                 |                 |
| SABOR                          | -         | -                           | No Objetable                          | DESAGRADABLE |                 |                 |
| SOLIDOS TOT DISUELTOS          | mg/l      | CONDUCTIMETRICO             | 1015                                  | 1302.00      | DENTRO DE NORMA |                 |
| CONDUCTIVIDAD                  | µS/cm     | CONDUCTIMETRICO             | 1300                                  | 2.12         | DENTRO DE NORMA |                 |
| INDICE DE LANGLEIEN            | -         | CALEDO                      | -2 a +0                               | -0.69        | NO CORROSIVA    |                 |
| <b>ANÁLISIS QUÍMICO</b>        |           |                             |                                       |              |                 |                 |
| SALINIDAD (SALINIC)            | mg/l      | FOTOMETRICO                 | 370                                   | 1978.08      | ALTA            | TRATAR EL AGUA  |
| ALCALINIDAD TOT (CaCO3)        | mg/l      | VOLUMETRICO                 | 370                                   | 385.00       | FUERA DE NORMA  |                 |
| ALUMINIO (Al)                  | mg/l      | FOTOMETRICO                 | 0.26                                  | 0.066        | DENTRO DE NORMA |                 |
| PUREZA TOTAL (CaCO3)           | mg/l      | VOLUMETRICO (ETA)           | 280                                   | 478.36       | FUERA DE NORMA  | TRATAR EL AGUA  |
| FOSFATOS (PO4 3-)              | mg/l      | FOTOMETRICO (Ac. Ascorbico) | 0.1                                   | 1.34         | FUERA DE NORMA  | TRATAR EL AGUA  |
| HIERRO (Fe)                    | mg/l      | FOTOMETRICO                 | 0.3                                   | 1.80         | FUERA DE NORMA  | TRATAR EL AGUA  |
| MANGANESO (Mn)                 | mg/l      | FOTOMETRICO                 | 0.4                                   | 0.843        | FUERA DE NORMA  | TRATAR EL AGUA  |
| NITRATOS (NO3)                 | mg/l      | FOTOMETRICO                 | 50                                    | 4.39         | DENTRO DE NORMA |                 |
| NITRITOS (NO2)                 | mg/l      | FOTOMETRICO                 | 0.2                                   | 0.095        | DENTRO DE NORMA |                 |
| NITROG AMONACAL (N)            | mg/l      | FOTOMETRICO                 | 0.5                                   | 4.29         | FUERA DE NORMA  | TRATAR EL AGUA  |
| SULFATOS (SO4)                 | mg/l      | FOTOMETRICO                 | 200                                   | 52.00        | DENTRO DE NORMA |                 |
| FLUORURO (F)                   | mg/l      | FOTOMETRICO                 | 1.5                                   | 1.44         | DENTRO DE NORMA |                 |
| CLORO RESIDUAL (C2)            | mg/l      | SPD                         | 0.3 - 1.5                             |              |                 |                 |
| <b>ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO</b> |           |                             |                                       |              |                 |                 |
| COLIFORMES TOTALES             | UFC/100ml | POTAZEST                    | <1                                    | incalculable | FUERA DE NORMA  | TRATAR EL AGUA  |
| COLIFORMES FECALES             | UFC/100ml | POTAZEST                    | <1                                    | 81.00        | FUERA DE NORMA  | TRATAR EL AGUA  |
| MOHOS Y LEVADURAS              | UFC/100ml | POTAZEST                    | <10                                   | 0.00         | DENTRO DE NORMA |                 |
| AEROBIOS MESOFILOS             | UFC/100ml | POTAZEST                    | 100                                   | 0.00         | DENTRO DE NORMA |                 |

Este informe es válido por 15 días contados desde la fecha de emisión. No es válido para fines de auditoría y cumplimiento de requisitos ISO 9001:2015.

**CONCLUSIONES:**

- AGUA NO ES APTA PARA EL CONSUMO HUMANO
- REVISAR E INSPECCIONAR EL SISTEMA DE CAPTACION, CONDUCCION, PLANTA DE TRATAMIENTO PARA LOCALIZAR EL FONDO DE CONTAMINACION MICROBIOLÓGICA



254



PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE BOLIVAR  
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD  
ANALISIS FISICO-QUIMICO Y MICROBIOLOGICO

|                               |                   |  |             |
|-------------------------------|-------------------|--|-------------|
| Origen de la muestra          | PLANTA COMPACTA   | AGUA TRATADA   | Muestra No. |
| Fecha de recolección inicial: | 2015-09-29        | 12N13  | 3           |
| Temperatura ambiental:        | 17.4              | Lluvia: <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/> Fiebre: <input type="checkbox"/> |             |
| Procedencia:                  | PUBIR GRANDE      | Domicilio: MUESTRA CON MUESTRO 1, 80 MUESTRA   |             |
| Substituto por:               | SR JAVIER MOREJON | Parroquia: PUBIR GRANDE  |             |
| Provincia:                    | CARACHI           |  |             |

| PARAMETRO                      | UNIDAD    | METODO DE ANALISIS        | LIMITE MAXIMO PERMITIDO | RESULTADOS   | OBSERVACIONES   | RECOMENDACIONES |
|--------------------------------|-----------|---------------------------|-------------------------|--------------|-----------------|-----------------|
|                                |           |                           |                         |              |                 |                 |
| <b>ANALISIS FISICO</b>         |           |                           |                         |              |                 |                 |
| TEMPERATURA                    | °C        | FOTOMETRICO               | -                       | 18.58        | DENTRO DE NORMA |                 |
| pH                             | -         | ELECTROMETRICO            | 6.5 - 8.5               | 6.84         | DENTRO DE NORMA |                 |
| COLOR                          | UTC       | COMPARACION VISUAL P/C    | 15                      | 19.08        | FUERA DE NORMA  | TRATAR EL AGUA  |
| TURBIDIDAD                     | NTU       | NEFELOMETRICO             | 5                       | 11.306       | FUERA DE NORMA  | TRATAR EL AGUA  |
| OLOR                           | -         | -                         | No Oligomere            | DESAGRADABLE |                 |                 |
| SABOR                          | -         | -                         | No Oligomere            | DESAGRADABLE |                 |                 |
| SOLIDOS TOT. DISUELTOS         | mg/l      | CONDUCTIMETRICO           | 1015                    | 339.00       | DENTRO DE NORMA |                 |
| CONDUCTIVIDAD                  | uS/cm     | CONDUCTIVIMETRICO         | 1366                    | 375.00       | DENTRO DE NORMA |                 |
| INDICE DE LAURELIER            | -         | FOCULO                    | 2 a 20                  | -0.71        | NO CORROSIVA    |                 |
| <b>ANALISIS QUIMICO</b>        |           |                           |                         |              |                 |                 |
| SALINIDAD (SALINIC)            | mg/l      | FOTOMETRICO               |                         | 177.86       | ACEPTABLE       |                 |
| ALCALINIDAD TOT. (CaCO3)       | mg/l      | FOTOMETRICO               | 379                     | 385.06       | FUERA DE NORMA  | TRATAR EL AGUA  |
| ALUMINO (Al)                   | mg/l      | FOTOMETRICO               | 0.25                    | 0.006        | DENTRO DE NORMA |                 |
| INMESA TOTAL (CaCO3)           | mg/l      | FOTOMETRICO               | 350                     | 119.84       | DENTRO DE NORMA |                 |
| FOSFATOS (PO4-P)               | mg/l      | FOTOMETRICO (As. Amolida) | 0.1                     | 1.81         | FUERA DE NORMA  | TRATAR EL AGUA  |
| NIQUELO (Ni)                   | mg/l      | FOTOMETRICO               | 0.2                     | 0.26         | DENTRO DE NORMA |                 |
| MANGANESE (Mn)                 | mg/l      | FOTOMETRICO               | 0.4                     | 0.140        | DENTRO DE NORMA |                 |
| NITRATOS (NO3)                 | mg/l      | FOTOMETRICO               | 50                      | 4.40         | DENTRO DE NORMA |                 |
| NITROGENO AMONIACAL (NH)       | mg/l      | FOTOMETRICO               | 0.2                     | 0.038        | DENTRO DE NORMA |                 |
| SULFATOS (SO4)                 | mg/l      | FOTOMETRICO               | 0.5                     | 0.95         | FUERA DE NORMA  | TRATAR EL AGUA  |
| FLUORURO (F)                   | mg/l      | FOTOMETRICO               | 200                     | 0.00         | DENTRO DE NORMA |                 |
| CLORO RESIDUAL (Cl2)           | mg/l      | Cl-0                      | 1.5                     | 1.88         | FUERA DE NORMA  | TRATAR EL AGUA  |
|                                |           |                           | 0.2 - 1.5               | 0.38         | AGUA CALIDA     |                 |
| <b>ANALISIS MICROBIOLOGICO</b> |           |                           |                         |              |                 |                 |
| COLIFORMES TOTALES             | ufl/100ml | POTESTEST                 | <=1                     | 126.00       | FUERA DE NORMA  | TRATAR EL AGUA  |
| COLIFORMES FECALES             | ufl/100ml | POTESTEST                 | <1                      | 22.00        | FUERA DE NORMA  | TRATAR EL AGUA  |
| MOHOS Y LEYADURAS              | UPC/ml    | POTESTEST                 | <10                     | 0.00         | DENTRO DE NORMA |                 |
| AEROBIOS MEDITOS               | UPC/ml    | POTESTEST                 | 100                     | 0.00         | DENTRO DE NORMA |                 |

Este trabajo realizado en base a la metodología de los Métodos Estándar para el Análisis de Agua Potable y Tratamiento de Agua Residual y Tratamiento de Agua Residual. Versión Septiembre 2009 (ISO 9001)

**CONCLUSIONES:**  
- AGUA NO ES APTA PARA EL CONSUMO HUMANO  
- REVISAR E INSPECCIONAR EL SISTEMA DE CAPTACION, CONDUCCION, PLANTA DE TRATAMIENTO PARA LOCALIZAR EL PUNTO DE CONTAMINACION MICROBIOLOGICA





**PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE BOLIVAR**  
**LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD**  
**ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO**

|                               |                    |  |             |
|-------------------------------|--------------------|--|-------------|
| Origen de la muestra          | PLANTA COMPACTA    | AGUA TRATADA   | Muestra No. |
| Fecha de recolección inicial: | 2015-08-31         | Hora: 10:15  | 1           |
| Temperatura ambiental:        | 18.8               | Lluvia: SI ( ) - NO ( X ) - Parcial ( )                      |             |
| Procedencia:                  | PUSIR GRANDE       | Alturas: MUESTRA CON MUELAGO 4, CONC. 180 MUEJL - 07 MUESTRA |             |
| Identificado por:             | SR. JAVIER MOREJON | Parque: PUSIR GRANDE   |             |
| Provincial:                   | CARCHI             | Ciudad: BOLIVAR  |             |

| PARAMETRO                             | UNIDAD    | METODO DE ANALISIS          | LIBRETE MAXIMO PERMITIDO POTABLE | RESULTADOS | OBSERVACIONES   | RECOMENDACIONES |
|---------------------------------------|-----------|-----------------------------|----------------------------------|------------|-----------------|-----------------|
| <b>ANÁLISIS FÍSICO</b>                |           |                             |                                  |            |                 |                 |
| TEMPERATURA                           | °C        | TERMOMÉTRICO                | -                                | 18.70      | DENTRO DE NORMA |                 |
| pH                                    |           | ELECTROMÉTRICO              | 6.5 - 8.5                        | 5.96       | DENTRO DE NORMA | TRATAR EL AGUA  |
| COLOR                                 | UTC       | COMPARACIÓN VISUAL PLATA    | 15                               | > 100      | FUERA DE NORMA  | TRATAR EL AGUA  |
| TURBIDEAD                             | NTU       | NFTS-OMÉTRICO               | 5                                | 110.000    | FUERA DE NORMA  | TRATAR EL AGUA  |
| OLOR                                  |           |                             | No Ojetivable                    | DEGRADABLE |                 |                 |
| SABOR                                 |           |                             | No Ojetivable                    | DEGRADABLE |                 |                 |
| BOLIBOY TOT. DISUELTOS                | mg/l      | CONDUCTIMÉTRICO             | 1015                             | 350.00     | DENTRO DE NORMA |                 |
| CONDUCTIVIDAD                         | µS/cm     | CONDUCTIMÉTRICO             | 1390                             | 3.05       | DENTRO DE NORMA |                 |
| ÍNDICE DE LANCHESTER                  |           | TA-COLO                     | -3.8-20                          | -0.58      | NO CORROSIVA    |                 |
| <b>ANÁLISIS QUÍMICO</b>               |           |                             |                                  |            |                 |                 |
| SALINIDAD (SALINIC)                   | mg/l      | FOTOMÉTRICO                 | 1187.00                          | 1187.00    | ALTA            | TRATAR EL AGUA  |
| ALCALINIDAD TOT. (CaCO <sub>3</sub> ) | mg/l      | VOLUMÉTRICO                 | 379                              | 388.00     | FUERA DE NORMA  | TRATAR EL AGUA  |
| ALUMINIO (Al)                         | mg/l      | FOTOMÉTRICO                 | 0.25                             | 0.003      | DENTRO DE NORMA |                 |
| DUREZA TOTAL (CaCO <sub>3</sub> )     | mg/l      | FOTOMÉTRICO                 | 390                              | 445.12     | FUERA DE NORMA  | TRATAR EL AGUA  |
| FOSFATOS (PO <sub>4</sub> -P)         | mg/l      | FOTOMÉTRICO (Ac. Ascórbico) | 0.1                              | 1.53       | FUERA DE NORMA  | TRATAR EL AGUA  |
| NITRITO (NO <sub>2</sub> )            | mg/l      | FOTOMÉTRICO                 | 0.3                              | 2.15       | FUERA DE NORMA  | TRATAR EL AGUA  |
| NITRATO (NO <sub>3</sub> )            | mg/l      | FOTOMÉTRICO                 | 0.4                              | 1.113      | FUERA DE NORMA  | TRATAR EL AGUA  |
| NITRÓGENO (NH <sub>3</sub> )          | mg/l      | FOTOMÉTRICO                 | 50                               | 4.20       | DENTRO DE NORMA |                 |
| NITRÓGENO (NO <sub>2</sub> )          | mg/l      | FOTOMÉTRICO                 | 0.2                              | 1.110      | FUERA DE NORMA  | TRATAR EL AGUA  |
| NITRÓGENO AMONÍACO (NH <sub>4</sub> ) | mg/l      | FOTOMÉTRICO                 | 0.5                              | 4.81       | FUERA DE NORMA  | TRATAR EL AGUA  |
| SULFATOS (SO <sub>4</sub> )           | mg/l      | FOTOMÉTRICO                 | 300                              | 55.00      | DENTRO DE NORMA |                 |
| FLUORURO (F)                          | mg/l      | FOTOMÉTRICO                 | 1.5                              | 0.75       | DENTRO DE NORMA |                 |
| CLORO RESIDUAL (Cl <sub>2</sub> )     | mg/l      | DPO                         | 0.3 - 1.5                        |            |                 |                 |
| <b>ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO</b>        |           |                             |                                  |            |                 |                 |
| COLIFORMES TOTALES                    | UNIFORMES | MPCTEST                     | <1                               | 549.00     | FUERA DE NORMA  | TRATAR EL AGUA  |
| COLIFORMES FECALES                    | UNIFORMES | MPCTEST                     | <1                               | 135.00     | FUERA DE NORMA  | TRATAR EL AGUA  |
| NOBLES Y LEVADURAS                    | MPCTEST   | MPCTEST                     | <18                              | 0.00       | DENTRO DE NORMA |                 |
| AERIBIOS MESOFÍLOS                    | MPCTEST   | MPCTEST                     | 100                              | 0.00       | DENTRO DE NORMA |                 |

**CONCLUSIONES:**  
 \* AGUA NO ES APTA PARA EL CONSUMO HUMANO  
 \* REVISAR E INSPECCIONAR EL SISTEMA DE CAPTACION, CONDUCCION, PLANTA DE TRATAMIENTO PARA LOCALIZAR EL FONDO DE CONTAMINACION MICROBIOLÓGICA



# CADENA DE CUSTODIA AGUAS Y SUELOS

|                  |                   |                  |                      |
|------------------|-------------------|------------------|----------------------|
| CORPO<br>MUESTRA | SEAL DE STE<br>SI | FECHA<br>MUESTRA | 23/02/2015<br>1 18 1 |
|------------------|-------------------|------------------|----------------------|

FECHA MUESTREO (H): 23/02/2015 HORA: 09:36  
 RESPONSABLE MUESTREO DR. Ing. Jaime Merzén FIRMA (F):

**INFORMACION DEL CLIENTE**

NOMBRE O RAZÓN SOCIAL DEL PROPIETARIO (B):  
 DIRECCIÓN (C):  
 MUNICIPIO-DEPARTAMENTO (V):

TELÉFONO(A):  
 PERSONA DE CONTACTO (B):  
 JEFE DEL MONITOREO (B):

**INFORMACION DE LA MUESTRA**  
 Nota: Ver al respecto el instructivo de diligenciamiento de este registro.

| CORPO<br>(1) | Nº DE<br>MUESTRA<br>(3) | IDENTIFICACION DE LA MUESTRA (13) | TOMA DE MUESTRA (14) |    |    | FECHA |      |    | TIPO DE<br>MUESTRA (14) |             | MATERIA O TIPO DE MUESTRA (17) | TIPO Y CANTIDAD DE RECIPIENTES (18) |         |          |       |            |       |          |       |          |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--------------|-------------------------|-----------------------------------|----------------------|----|----|-------|------|----|-------------------------|-------------|--------------------------------|-------------------------------------|---------|----------|-------|------------|-------|----------|-------|----------|-------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
|              |                         |                                   | AMBI                 | MO | SA | FECHA | AMBI | MO | SA                      | CONTAMINADA |                                | CONSERVADA                          | VEGALES | FRUTALES | VEGAS | MATERIALES | OTROS | FRUTALES | OTROS | FRUTALES | OTROS |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| B5           | 1                       | abogacía                          |                      |    |    |       |      |    |                         |             |                                |                                     |         |          |       |            |       |          |       |          |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| B5           | 2                       | "                                 |                      |    |    |       |      |    |                         |             |                                |                                     |         |          |       |            |       |          |       |          |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| B5           | 3                       | "                                 |                      |    |    |       |      |    |                         |             |                                |                                     |         |          |       |            |       |          |       |          |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| B5           | 4                       | "                                 |                      |    |    |       |      |    |                         |             |                                |                                     |         |          |       |            |       |          |       |          |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

SEAL DE MUESTREO: SI / NO X  
 SITUACION FOTO: SI / NO X  
 SEAL DE SEGURIDAD: SI / NO X  
 RECIBIDA: SI / NO X

RECIBIDO POR (F): Jaime Merzén VERIFICADO POR (B):



# CADENA DE CUSTODIA AGUAS Y SUELOS

|                 |              |
|-----------------|--------------|
| CÓDIGO REGIONAL | FECHA FOLIO  |
| 08              | 21/08/2019 1 |

FECHA MUESTREO (1) 21/08/2019 HORA(S) 8:12

RESPONSABLE MUESTREO (2) Ing. Javier Masejón FIRMA (3) [Firma]

---

NOMBRE O RAZÓN SOCIAL DEL PROPIETARIO (4) \_\_\_\_\_ TELÉFONO(S) \_\_\_\_\_

DIRECCIÓN(5) Comunidad Roca Grande PERSONA DE CONTACTO (6) \_\_\_\_\_

MUNICIPIO-DEPARTAMENTO (7) \_\_\_\_\_ Dpto. del MUESTREO (14) Quinto Potosí Academia de Agua

INFORMACIÓN DEL CLIENTE

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA

MUESTRA O TIPO DE MUESTRA (17)

| CÓDIGO (11) | Nº DE MUESTRA (12) | IDENTIFICACION DE LA MUESTRA (13) | TOMA DE MUESTRA (14) |    |    | FECHA |    |    | TIPO DE MUESTRA (15) |   |   | TIPO Y CARGOS DE EQUIPO (16) |   |   |
|-------------|--------------------|-----------------------------------|----------------------|----|----|-------|----|----|----------------------|---|---|------------------------------|---|---|
|             |                    |                                   | ABO                  | DI | ME | ABO   | DI | ME | 1                    | 2 | 3 | 1                            | 2 | 3 |
| H1          | 1                  | Reservorio                        | 08                   | 21 | 19 | X     | X  | X  | 1                    | 1 | 1 |                              |   |   |
| H2          | 2                  |                                   | 08                   | 21 | 19 | X     | X  | X  | 1                    | 1 | 1 |                              |   |   |
| H3          | 3                  |                                   | 08                   | 21 | 19 | X     | X  | X  | 1                    | 1 | 1 |                              |   |   |
| H4          | 4                  |                                   | 08                   | 21 | 19 | X     | X  | X  | 1                    | 1 | 1 |                              |   |   |

ESTADO DE LA MUESTRA (18)

|                        |    |    |
|------------------------|----|----|
| ANÁLISIS SUPERFICIALES | SI | NO |
| ANÁLISIS FÍSICO        | SI | NO |
| ESTADO QUÍMICO         | SI | NO |
| REVISIÓN               | SI | NO |

MUESTREO POR (20) Ing. Javier Masejón

ANÁLISIS POR (21) Ing. Javier Masejón

PERSONA QUE EFECTUÓ EL MUESTREO Y ENTREGA EL TRABAJO EN CAMPO (22) Dr. Kenneth Tomita

|                  |                     |
|------------------|---------------------|
| FECHA (23)       | VERIFICADO POR (24) |
| 21/08/2019 16:22 | Jaime Barzón        |

|  |  |   |                     |  |
|--|--|---|---------------------|--|
|  |  | Acta de toma de muestras de agua para consumo humano<br>Subsistema  |                     |  |
| Acta N° _____  |  |   |                     |  |
| <b>Información empresa preefadora</b>                                  |  |   |                     |  |
| Nombre de la empresa _____   |  |   |                     |  |
| Ubicación <u>Cocdi</u>   |  |   |                     |  |
| Departamento _____   |  | Municipio _____   |                     | Localidad o vereda <u>San Vicente de Pasto</u>           |
| <b>Datos generales de la muestra</b>                                   |  |   |                     |  |
| Fecha de toma <u>06/08/2015</u>  |  | Hora de toma <u>9:34</u>  |                     | Tomada por <u>Jag. Javier Morejón</u>                    |
| Punto de toma concertado<br>Si ( )<br>No ( )                           |  | Código de punto de toma concertado _____                            |                     | Código de la muestra <u>MIC-M2T</u>                      |
| Tipo de agua<br>Cruda (✓) Tratada (✓)                                  |  | Carguero _____  |                     | Desinfectante _____                                      |
| Fuente de abastecimiento<br>Río ( ) Quebrada ( ) Pozo profundo ( )     |  | Oros ( )<br>Cul <u>Santa Catalina</u>                               |                     | Bombas fuente _____                                      |
| Objeto de análisis<br>Vigilancia ( )<br>Diagnóstico (✓)<br>Control ( ) |  | Análisis solicitado<br>Fisicoquímico (✓)<br>Metales ( )<br>Oros ( ) |                     | Microbiología ( )<br>Parasitología ( )<br>Cultivos _____ |
| Análisis en el sitio   |  | Resultado   | Método de ensayo    | Realizado por  |
| pH   |  | <u>7.35</u>   | <u>standar APHA</u> |  |
| Temperatura (°C)   |  | <u>20.5</u>   | <u>LI</u>           |  |
| Cloro libre (mg de Cl <sub>2</sub> /l)                                 |  | <u>0.06</u>   | <u>LI</u>           |  |
| Turbiedad (UNT)  |  | <u>16.7</u>   | <u>LI</u>           |  |
| Observaciones de campo _____   |  |   |                     |  |
| Información del solicitante  |  |   |                     |  |
| Nombre _____   |  | Teléfono _____  |                     | Correo electrónico _____ Dirección _____                 |
| <b>Localización del punto de toma</b>                                  |  |   |                     |  |
| Localidad o vereda <u>Rio Grande</u>                                   |  | Lugar <u>Monte Habitado</u>   |                     | Dirección <u>Calle 5/N</u>                               |
| Descripción _____  |  | Coordenadas geográficas   |                     | Latitud <u>16°20'31" N</u><br>Longitud <u>81°43'6" W</u> |
| <b>Recepción de muestra en el laboratorio</b>                          |  |   |                     |  |
| Fecha de recepción <u>06/08/2015</u>                                   |  | Hora de recepción <u>10:35</u>                                      |                     | Código asignado a la muestra _____                       |
| Nombre de quien entrega <u>Javier Morejón</u>                          |  | Firma _____   |                     | C.C. <u>40222409-3</u>                                   |
| Nombre de quien recibe <u>Jaime Borzón</u>                             |  | Firma _____   |                     | C.C. <u>10001168</u>                                     |



|  |  | Acta de toma de muestras de agua para consumo humano<br>Subsistema                  |   |               |
|--|--|---|---|---------------|
| Acta N° _____  |  |   |   |               |
| Información empresa prestadora   |  |   |   |               |
| Nombre de la empresa: <u>EPMAPA-BOLIVAR</u>  |  |   |   |               |
| Ubicación:   |  |   |   |               |
| Departamento:  | Municipio:                             | Dirección:  | Localidad o vereda: <u>Poir Grande</u>      |               |
| Datos generales de la muestra  |  |   |   |               |
| Fecha de toma: <u>31/08/2015</u>   | Hora de toma: <u>09:05</u>             | Tomado por: <u>Ing. Javier Horejón</u>  |   |               |
| Punto de toma concertado: <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No                        | Código de punto de toma concertado:    | Código de la muestra: <u>MP1</u>  |   |               |
| Tipo de agua: <u>Cruda</u>   | Treated: <input type="checkbox"/>      | Coagulante: <u>Sulfato / Al</u>   | Desinfectante:                              |               |
| Fuente de abastecimiento: <u>Rio</u>   | Quinta: <input type="checkbox"/>       | Pozo profundo: <input type="checkbox"/>   | Otro: <input type="checkbox"/>              |               |
| Objeto de análisis:  | Vigilancia: <input type="checkbox"/>   | Análisis solicitado:  | Nombre planta: <u>Salido / la P. L. PVC</u> |               |
|  | Diagnóstico: <input type="checkbox"/>  | Fisicoquímico: <input type="checkbox"/>   | Microbiológico: <input type="checkbox"/>    |               |
|  | Control: <input type="checkbox"/>      | Método: <input type="checkbox"/>  | Plaguicidas: <input type="checkbox"/>       |               |
|  |  | Otros: <input type="checkbox"/>   | Cuente: <input type="checkbox"/>            |               |
| Análisis en el sitio   |  | Resultado   | Método de ensayo                            | Realizado por |
|  | pH                                     | <u>8,26</u>   | <u>APHA</u>                                 |               |
|  | Temperatura (°C)                       | <u>18,10</u>  | <u>APHA</u>                                 |               |
|  | Cloro libre (mg de Cl <sub>2</sub> /L) | <u>0,26</u>   | <u>APHA</u>                                 |               |
|  | Turbiedad (UNT)                        | <u>18,20</u>  | <u>APHA</u>                                 |               |
| Observaciones de campo:  |  |   |   |               |
| Información del solicitante  |  |   |   |               |
| Nombre: <u>Ing. Javier Horejón</u> Teléfono: _____ Correo electrónico: _____ Dirección: _____            |  |   |   |               |
| Localización del punto de toma   |  |   |   |               |
| Localidad o vereda: <u>Poir Grande</u> Lugar: <u>Hanta Petalillabamba</u> Dirección: <u>Calle 9/1</u>    |  |   |   |               |
| Descripción: <u>Muestra tomada a la salida de la Planta a la red de distribución</u>                     |  | Coordenadas geográficas: Latitud: <u>0°23'53" N</u><br>Longitud: <u>77°03'19" W</u> |   |               |
| Recepción de muestra en el laboratorio   |  |   |   |               |
| Fecha de recepción: <u>3/09/2015</u> Hora de recepción: <u>10:15</u> Código asignado a la muestra: _____ |  |   |   |               |
| Nombre de quien entrega: <u>Javier Horejón</u>   |  | Firma: _____  |   |               |
| Nombre de quien recibe: <u>Jaime Barzon</u>  |  | Firma: _____  |   |               |
|  |  | C.C.: <u>170665725</u>  |   |               |





## ANEXO 4

### Panorámica de la Zona de Influencia de Pusir Grande



Fuente: Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia Ambuquí –  
Chota 2012 – 2025

### ANEXO 5

## Reporte Causas de Morbilidad Año 2016

| ENFERMEDADES                              | MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA<br>DISTRITO 04003 MONTUFAR - BOLIVAR<br>ESTABLECIMIENTO DE SALUD PUSIR GRANDE<br>CAUSAS DE MORBILIDAD AÑO 2016 3 MESES |                |         |            |            |            |            |            |            |            |            |            |       |           |
|---|--|----------------|---------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------|-----------|
|   | MESES DE 1 MES   | MESES DE 1 AÑO | 14 AÑOS | 15-14 AÑOS | 15-14 AÑOS | 15-14 AÑOS | 15-14 AÑOS | 15-14 AÑOS | 15-14 AÑOS | 15-14 AÑOS | 15-14 AÑOS | 15-14 AÑOS | TOTAL | INDICADOR |
| ZODI - INFLUENZA AGUDA                    | 11   | 62             | 21      | 17         | 20         | 11         | 11         | 11         | 11         | 11         | 11         | 11         | 11    | 81        |
| ASU - DARRIAS Y GASTROENTERITIS           | 1  | 14             | 7       | 13         | 4          | 4          | 4          | 4          | 4          | 4          | 4          | 4          | 4     | 21        |
| MSO - PARASITOSIS INTESTINAL              | 1  | 6              | 6       | 17         | 14         | 14         | 14         | 14         | 14         | 14         | 14         | 14         | 14    | 21        |
| SARD - CEFALGIA DEBIDA A TENSION          | 4  | 4              | 4       | 11         | 13         | 4          | 4          | 4          | 4          | 4          | 4          | 4          | 4     | 28        |
| MSO4 - CONTRACTURA MUSCULAR               | 1  | 1              | 1       | 4          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1     | 27        |
| MSO6 - INFECCION DE VIAL URINARIA         | 1  | 1              | 1       | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1     | 27        |
| MSO5 - MIGRAÑA AGUDA                      |  |                |         |            | 14         | 11         |            |            |            |            |            |            |       | 25        |
| COOR - ANEMIA POR DEFICIENCIA DE HIERRO   | 2  | 16             | 1       | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1     | 24        |
| MSO2 - MENSTRUACION IRREGULAR Y BRUSQUEAR |  |                |         | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1     | 11        |
| MSO1 - GASTRITIS AGUDA                    |  |                |         | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1     | 11        |
| MSO7 - CANDIDIASIS VAGINAL                |  |                |         | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1     | 11        |
| MSO8 - LUMBAGO                            |  |                |         | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1     | 11        |
| MSO9 - DERMATITIS DE CONTACTO             |  |                |         | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1     | 11        |
| MSO3 - FARINGITIS Y ESTREPTOCOCCO         | 4  | 4              | 4       | 4          | 4          | 4          | 4          | 4          | 4          | 4          | 4          | 4          | 4     | 18        |
| MSO4 - DERMATITIS PRIMARIA                |  |                |         | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1     | 18        |
| MSO - NEURALGIA                           | 1  | 1              | 1       | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1     | 18        |
| MSO5 - NEURALGIA Y NEURITIS NO ESPECIFICA |  |                |         | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1     | 18        |
| MSO6 - HERPES - OTITA EXTERNA Y MEDIA     | 1  | 1              | 1       | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1     | 18        |
| MSO7 - IMPETIGO                           | 1  | 1              | 1       | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1     | 18        |
| MSO8 - AMIGDALITIS AGUDA                  |  |                |         | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1          | 1     | 18        |
| OTRAS CAUSAS                              | 6  | 25             | 21      | 17         | 16         | 15         | 15         | 15         | 15         | 15         | 15         | 15         | 15    | 188       |
| TOTAL                                     | 37   | 133            | 113     | 64         | 103        | 118        | 287        | 146        | 146        | 146        | 146        | 146        | 146   | 2735      |

