



UNIVERSIDAD ESPECIALIZADA DE LAS AMERICAS

Facultad de Biociencias y Salud Pública

Escuela de Salud Pública

Trabajo de Grado para Optar por el Título de Licenciado (a)

en

Seguridad Alimentaria Nutricional

Modalidad

Tesis

Estudio de la Calidad del Agua en la Planta Potabilizadora que Abastece a la Comunidad de Macaracas Cabecera, Provincia de Los Santos.

Presentado por:

González Frías, María Cristina 7-711-206

Asesor:

Profesora Damaris Alcedo y Francisco Corella

Panamá, 2020

DEDICATORIA

Hacen unos años atrás la universidad me dio la bienvenida y hoy mi padre celestial siempre de mi mano me da la oportunidad de obtener una de mis metas anheladas. Se la dedico con mucho amor a mis padres, abuelos, hermanos, tíos y primos. A mis sobrinos por quienes me esfuerzo para cumplir sus deseos. De mi para ustedes Ohana

Maricris.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por permitirme obtener mi primer título universitario, a mis padres por siempre estar y apoyarme en todo momento son mi admiración y todo se los debo a ustedes. Gracias hermanitos Leirys, Rigo y Papolo por ayudarme en lo que necesite. A mis amigos que siempre me dieron una palabra de aliento para continuar y gracias a aquellos que comprendieron mis “no puedo asistir” porque me estoy preparando para mi futuro. Agradezco a las personas de la Comunidad de Macaracas por contribuir con esta investigación, igualmente a los funcionarios de las diferentes instituciones visitadas. Gracias, profesora Damaris por ser mi tutora, sus enseñanzas siempre las llevaré conmigo y las pondré en práctica. Los amo mucho

Maricris.

RESUMEN

El peligro más común con relación al agua de consumo humano es el de su contaminación, directa o indirectamente, debido a la acción de aguas residuales excretas de hombres y animales, además de factores físico, químicos y ambientales. El presente estudio tiene como objetivo analizar el estado actual del agua potable que consumen los residentes de la comunidad de Macaracas Cabecera, Provincia de Los Santos, a través de pruebas de laboratorio, las cuales nos darán un panorama de cómo se encuentran los estándares de calidad del agua de consumo humano. Además de identificar los posibles microorganismos indicadores de la contaminación microbiana que pueden afectar la calidad de la misma. Por otro lado, este estudio permite conocer el estado de vigilancia y control del proceso de tratamiento en la planta potabilizadora de esta región, cuya responsabilidad recae directamente sobre las autoridades gubernamentales como el Ministerio de Salud (MINSAL), e Instituto de Acueductos y Alcantarillados Nacionales (IDAN). Las muestras de agua se recolectaron durante todo el proceso desde la fuente de agua cruda (Rio Estivaná), las tinajas de almacenamiento, el sistema de distribución y en la salida del grifo en las residencias. Para obtener los resultados del muestreo se ha empleado un tipo de investigación experimental, exploratorio, descriptivo, tomando como muestra 47 residencias. Como instrumento de recolección de datos se emplearon las encuestas y resultados de las pruebas de laboratorio, tanto físico, químicas y microbiológicas. De lo anterior nos lleva a la siguiente conclusión, los moradores de Macaracas, tienen en su mayoría poco conocimiento del estado de calidad del agua que reciben, sin embargo, las observaciones físicas como: turbidez, mal sabor y olor, color inadecuado, los conducen a pensar que hay una falla en el proceso y lo atribuyen a las repetidas enfermedades gastrointestinales que padece la población.

Palabras claves: Calidad del agua potable, análisis físicos, análisis químicos, análisis microbiológicos, fuente de agua cruda, agentes microbiológicos, sistema de abastecimiento de agua potable.

ABSTRACT

The most common danger in relation to water for human consumption is that of its contamination, directly or indirectly, due to the action of excreted wastewater from men and animals, as well as physical, chemical and environmental factors. This study aims to analyze the current state of drinking water consumed by residents of the community of Macaracas Cabecera, Los Santos Province, through laboratory tests, which gives an overview of how the quality standards of the water for human consumption. In addition to identifying the possible microorganisms indicative of microbial contamination that may affect its quality. On the other hand, this study allows to know the state of surveillance and control of the treatment process in the water treatment plant of this region, whose responsibility falls directly on government authorities such as the Ministry of Health (MINSA), and the Institute of National Aqueducts and Sewers (IDAAN). Water samples were collected throughout the process from the source of raw water (Estivaná River), storage tubs, distribution system and at the outlet of the tap in the residences. To obtain the results of the sampling, a type of experimental, exploratory, descriptive research has been used, taking 47 residences as a sample. As a data collection instrument, surveys and laboratory test results were used, both physical, chemical and microbiological. From the above leads to the following conclusion, the inhabitants of Macaracas, have mostly little knowledge of the state of water quality they receive, however, physical observations such as turbidity, bad taste and smell, inappropriate color, lead them to think that there is a failure in the process and they attribute it to the repeated gastrointestinal diseases that the population suffers.

Keywords: Drinking water quality, physical analysis, chemical analysis, microbiological analysis, source of raw water, microbiological agents, drinking water supply system.

CONTENIDO GENERAL

INTRODUCCIÓN.....	10
CAPÍTULO I: ASPECTOS GENERALES DE LA INVESTIGACIÓN	15
1.1 Planteamiento del Problema	15
1.1.1 Problema de Investigación.....	16
1.2 Justificación.....	17
1.3 Hipótesis de la Investigación.....	19
1.4 Objetivos de Investigación.....	19
1.4.1 Objetivo General.....	19
1.4.2 Objetivo Especifico.....	19
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	22
2.1 Antecedentes.....	22
2.1.1 Aspectos Relevantes.....	22
2.2 Características Microbiológicas del Agua Potable.....	26
2.2.1 Fuentes de Contaminación Hídrica.....	26
2.3 Microorganismos Patógenos del Agua.....	26
2.3.1 Principales Microorganismos Indicadores de la Calidad del Agua..	26
2.3.2 Enfermedades Relacionadas Producto del Agua Contaminada.....	31
2.3.3 Enfermedades de Origen Hídrico.....	32
2.4 Agua Potable.....	37
2.4.1 Clasificación.....	37
2.4.2 Requisitos Según la Normativa DGNTI-COPANIT.....	38

2.4.2.1 Características Biológicas.....	38
2.4.2.2 Características Organolépticas.....	40
2.4.2.3 Propiedades Químicas Inorgánicas.....	41
2.4.2.4 Propiedades Químicas Orgánicas.....	41
2.4.3 Fundamento de Muestreo Para Análisis de Agua.....	41
2.5 Análisis Microbiológicos del Agua.....	42
2.6 Fundamentos de las Pruebas de Calidad del Agua.....	42
2.6.1 Características del Agua.....	43
2.7 Calidad del Agua.....	49
2.7.1 Pruebas Microbiológico del Agua.....	50
2.8 Validación de las pruebas.....	51
2.9 Diagrama de Flujo del Proceso del Agua en la Planta Potabilizadora de Macaracas.....	51
2.10 Fundamento legal.....	52
CAPÍTULO III MARCO METODOLÓGICO.....	55
3.1 Diseño de investigación.....	55
3.1.1 Tipos de Investigación.....	55
3.2 Población o Universo.....	58
3.2.1 Población.....	58
3.2.2 Muestra.....	59
3.2.3 Muestreo.....	59
3.3 Identificación de las Variables.....	60
3.3.1. Variable Independiente (causas).....	60

3.3.2 Variable Dependiente (efecto).....	60
3.4 Instrumentos y/o técnicas de recolección de datos y/o materiales y/o equipos y/o insumos y/o infraestructura que se va a realizar.....	61
3.5 Procedimiento.....	62
CAPÍTULO IV. PROPUESTA DE INTERVENCIÓN.....	65
4. Título de la Propuesta.....	65
4.1 Descripción.....	65
4.2 Área de Intervención o Líneas de Acción.....	66
4.3 Introducción.....	66
4.4 Justificación.....	67
4.5 Objetivos.....	68
4.5.1 Objetivo General.....	68
4.5.2 Objetivos Específicos.....	68
4.6 Desarrollo de la Propuesta.....	69
4.6.1 Responsabilidades de las Autoridades Competentes.....	69
4.6.2 Responsabilidades de los Consumidores o Residentes de la Comunidad.....	70
4.7 Método / procedimiento.....	70
4.8 Componentes Académicos.....	71
4.9 Instrumentos.....	72
4.10 Material Didáctico.....	72
CAPÍTULO V: Análisis y Discusión de Resultados.....	80
5.1 Resultados de las Pruebas Físico-químicas.....	82
5.1.1 Pruebas Confirmativas o de Valides.....	87
5.2 Resultados de Microbiología.....	89
5.2.1 Preparación de las muestras y técnicas utilizadas.....	90
5.2.2 Pruebas Macroscópicas.....	91

5.2.3 Observacion Microscopicas.....	95
5.3 Análisis de la Encuesta.....	99
CONCLUSIONES.....	114
LIMITACIONES.....	118
RECOMENDACIONES.....	119
BIBLIOGRAFÍAS.....	121
REFERENCIAS.....	122
ANEXOS.....	129
ÍNDICE DE CUADROS.....	160
ÍNDICE DE GRÁFICAS	162
GLOSARIO.....	164

INTRODUCCION

El agua para ser potable debe ser apta para el consumo humano, la misma debe estar limpia, libre de: olor, sabor y color, también de: microbios y parásitos; garantizando el cumplimiento de parámetros físicos, químicos y biológicos; ya que la presencia de estos factores dan lugar a afecciones que dentro del organismo del ser humano se dan alteraciones que ponen en riesgo la salud de las personas.

La comunidad de Macaracas cabecera, ubicada en la provincia de Los Santos, presenta una problemática referente al agua potable que reciben. La misma llega a los hogares con características organolépticas no aceptables, como se había enfatizado anteriormente, por otro lado se observa que el río Estivaná, es la fuente de agua cruda que alimenta a la planta potabilizadora del Instituto de Acueductos y Alcantarillados Nacionales (IDAAN), se ve influenciada por diferentes factores como: presencia de centros porcinos, vertido de excretas y cadáveres de animales, actividades agrícolas con el uso de agroquímicos. Por consiguiente se afecta la calidad del agua potable de la región.

Además de lo plasmado anteriormente la planta potabilizadora presenta problemas de deterioro, principalmente por ser una infraestructura con alrededor de 40 años y su sistema de dosificación y filtración no se encuentran en buen estado, por lo que esto conlleva a fallas en el sistema de tratamiento.

La falta de garantías en la seguridad del vital líquido por parte de las autoridades competentes hace posible que la comunidad este expuesta a padecer enfermedades relacionadas con el agua.

La finalidad principal de este estudio es conocer la calidad microbiológica con que cuenta el agua desde que es recogida del río Estivaná, hasta que sale de la planta potabilizadora para ser distribuida a los hogares, esto será posible al tomar muestras representativas que permitan el análisis de las propiedades físicas, químicas y microbiológicas del agua para consumo humano. Siguiendo los parámetros otorgados por la norma panameña DGNTI – COPANIT 23-395-99 para el agua potable.

Es muy importante que las autoridades presten atención sobre la vigilancia, control e inversión en la potabilización del agua para consumo humano, de tal forma que sea continua. La vigilancia continua permite conocer la calidad del agua tanto en la fuente de agua cruda y durante el proceso de potabilización, identificando microorganismos y formas parasitarias, lo que da lugar al establecimiento de medidas de intervención y conservación del agua, garantizando la salud pública, inocuidad y aceptabilidad del sistema de abastecimiento.

La desinfección del agua es un proceso crucial en la potabilización del agua, el mismo permite reducir el crecimiento de microorganismos que dan lugar a enfermedades de origen hídrico, poniendo en riesgo de la salud del consumidor.

Como futura profesional en el ámbito de la Seguridad Alimentaria se ha logrado confirmar con este estudio como se encuentra la calidad del agua que consume la comunidad de Macaracas, verificando que existe una problemática el cual requiere de políticas gubernamentales con miras a brindar un mejor apoyo a las instituciones, que permitan aplicar correctivos dirigidos a la supervisión y control de los procesos que involucran el tratamiento efectivo del agua potable.

Esta investigación se desglosa en los capítulos siguientes:

En el Capítulo I, se plantea el problema de investigación que enfoca la problemática a la que se enfrenta la comunidad de Macaracas, planteando los aspectos importantes de la justificación, seguidamente de la hipótesis y los objetivos de la investigación.

Posteriormente en el Capítulo II, se plantean los antecedentes de la investigación, se abordan temas propios de la calidad del agua potable como: Las características microbiológicas del agua potable, análisis microbiológico del agua acompañados de los parámetros dictados por la normativa panameña de calidad del agua potable DGNTI – COPANIT 23-395-99 en cuanto a análisis físicos, químicos y biológicos. Además, se incluyeron temas como la importancia del agua potable, un diagrama de flujo que muestra el proceso del agua en la planta potabilizadora de Macaracas y finaliza con un fundamento legal sobre el agua potable.

Seguidamente en el Capítulo III, se describen los estudios que van a hacer posible esta investigación como lo son descriptivo, experimental, mixto, confirmatorio, predictivo. En este apartado se plantea la población de estudio para esta investigación con la implementación de instrumentos de recolección de datos como encuesta y entrevista, además de los datos experimentales.

En el Capítulo IV, se plantea la propuesta de intervención según los resultados arrojados por la investigación. En la cual se presenta una solución a la problemática, y se toma como referencia los siguientes puntos: Título de la propuesta, descripción, líneas de acción, introducción, justificación y objetivos, desarrollo de la propuesta, método y procedimiento con que se realizará, componentes académicos, instrumentos y material didáctico.

Finalmente, en el Capítulo V, se presentan los análisis de resultados, los cuales nos dan una claridad de la situación que enfrenta la población con relación al consumo de agua potable, el cual no cumple con la normativa panameña de calidad del agua potable.

Dando como cierre a la investigación se plantean las conclusiones, limitaciones y recomendaciones.

CAPÍTULO I

CAPÍTULO I: ASPECTOS GENERALES DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Planteamiento del Problema

En el año 2014, expertos del Ministerio Público (MP), realizaron inspecciones en las diferentes porquerizas del distrito de Macaracas, en la cual el Ministerio Público tomo a las aguas del río Estivaná, en Los Santos, como objeto de estudio ya que se realizó debido a una denuncia por contaminación, donde señala que el afluente estaba contaminado con heces fecales de animales domésticos y a la vez se lograba percibir olor, color y sabor no agradable en el agua de grifo en los hogares (Mendoza, 2014).

De lo anterior, funcionarios de la Dirección de Investigación Judicial (DIJ) y los peritos del Instituto de Medicina Legal (IMEL), visitaron a las porquerizas y fueron tomadas muestras del agua del río Estivaná y otros afluentes cercanos a las porquerizas, de esta manera se inició una investigación por parte del fiscal superior del distrito judicial de Herrera y Los Santos, ya se tenían expedientes sobre los casos de contaminación (Mendoza, 2014).

Posteriormente se realizaron monitoreos en la toma de agua del rio Cacao y en la Planta Potabilizadora de Llano Piedra y estos reflejaron un poco menos de contaminación. Este hecho podría tener relación a que los niveles de agua habían aumentado por las lluvias, pero aun así se seguían evaluando algunos casos de porquerizas, ya que las mismas no cumplen con los estudios de Impacto ambiental (Vásquez, 2015).

De los aspectos señalados anteriormente, también existe una problemática relacionada con la cantidad de agua que abastece alrededor de unos 2,500 habitantes en Macaracas Cabecera, debido a el agua que alimenta de agua cruda a la planta potabilizadora es prácticamente una charca que arrastra

sedimentos y a su vez mantiene niveles muy bajos en su caudal, lo que imposibilita el funcionamiento de la planta. Requiriendo a la utilización de carros cisterna para abastecer a la comunidad (Vásquez, 2016).

Es necesario abordar de que a través de este trabajo de investigación se pueda orientar y buscar alternativas a los problemas de salud que la población viene padeciendo, como: vómitos, náuseas, diarreas, infecciones gastrointestinales y fiebres. Dicha problemática puede estar relacionada con una inadecuada infraestructura relacionada con la potabilizadora y sus anomalías en el bajo caudal del río, por otro lado, existen porquerizas a sus alrededores, lo cual puede afectar de una afecta la calidad del agua potable que consumen los moradores de esta comunidad, tanto en las propiedades organolépticas, así como también microbiológicas.

1.1.1 Problema de Investigación

El abastecimiento del agua potable a la comunidad de Macaracas en provincia de Los Santos, debe ser una actividad que comprenda la vigilancia y control de las operaciones, procesos y aseguramiento de la calidad que incorpore un planteamiento de la gestión de riesgo en el sistema de abastecimiento de agua, de tal manera que proporcione estrategias y líneas de acción para tener en mente la protección a la salud de los moradores que habitan en esta comunidad.

Por consiguiente, los problemas relacionados con la calidad del agua en esta región se han venido desmejorando con el `pasar de los años y el aumento de los potreros en áreas cercanas al río, presencia de animales muertos, mantenimiento inadecuado de los sistemas de distribución, y controles estrictos de análisis.

Con el fin de encontrar la posible solución a esta problemática se plantearán las siguientes interrogantes:

¿Existe interés por parte de las instituciones encargadas de garantizar calidad de agua para la comunidad?

¿Cuáles serán los factores que pueden afectar la calidad del agua durante el proceso desde la recogida del agua de la afluyente del Río hasta los canales de distribución?

¿Se estarán cumpliendo con los parámetros que garanticen la calidad del agua potable?

¿Cuáles serán los peligros de contaminación a los que se enfrentan los moradores del área?

1.2 Justificación

Debido a que actualmente existen problemas relacionados con la calidad del agua potable en la región de Macaracas, provincia de Los Santos, y que la misma sigue causando afectaciones para la salud en los seres humanos es necesario recalcar que es de vital importancia entender y concientizarse sobre como atacar los peligros de contaminación en el agua potable con el fin de que no causen afectaciones a la salud.

De lo anterior es importante comprender la importancia del agua potable para el sostenimiento de la vida, manteniendo los controles higiénicos, monitoreos que incluyan el aspecto físico, químico y microbiológicos que contribuirá de manera decisiva para garantizar a la adecuada utilización de los recursos naturales de una manera responsable.

En la actualidad existen problemas de salud en los moradores de la comunidad por el cual será necesario generar datos de referencia que permitan realizar un estudio sobre la calidad del agua, a través de pruebas físico, químicas y microbiológicas de tomas en diferentes partes del proceso de tratamiento que implica desde las fuentes hídricas hasta el sistema de salida de distribución a los hogares.

Una de las principales repercusiones de salud generados por el consumo de agua potable con mala calidad que produce un aumento en el deterioro de los seres humanos, el cual acarrea un gasto económico y gestiones de salud en que las instituciones encargadas por velar por la salud de las personas como: centros de salud, seguro social, policlínicas, en las que muchas veces no cuenta con la atención primaria para minimizar el problema en estudio.

Por lo tanto, la presente investigación tiene como finalidad analizar la situación actual del estado de calidad del agua en la planta potabilizadora y del grifo de las residencias, así como también el impacto que pueda ocasionar los factores ya mencionados anteriormente en el deterioro de la misma.

Se escogió el río Estivaná por ser uno de los que abastece a la comunidad de Macaracas, provincia de Los Santos, además de que es una zona muy cercana a la toma de agua del acueducto y es por esa razón, que podemos obtener tres puntos diferentes de estudio muy cercanos y accesibles para poder así determinar, si a lo largo de la trayectoria del río se ve o no directamente afectado por la contaminación que genera las actividades del agro, a través del cauce o riveras del río.

1.3 Hipótesis de la Investigación

H1. El agua de la planta potabilizadora del corregimiento de Macaracas, se encuentra afectada en su calidad a través de los aspectos físico, químico y microbiológico desde el proceso de captación de agua cruda, tratamiento y distribución.

1.4 Objetivos de Investigación

1.4.1 Objetivo General

- Analizar diferentes muestras de agua en la planta potabilizadora de Macaracas, desde que es recogida del río Estivaná, hasta que sale de la planta potabilizadora para ser distribuida a los hogares.
- Recopilar información sobre estudios anteriores con relación a la problemática de la calidad del agua potable en la comunidad de Macaracas, provincia de Los Santos.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Realizar pruebas microbiológicas para detectar la calidad actual del agua de la planta potabilizadora que abastece a la comunidad de Macaracas Cabecera, provincia de Los Santos.
- Aplicar pruebas físico-químicas para monitorear el estado actual de la calidad del agua potable.
- Interpretar resultados encontrados en las muestras de agua analizadas en el laboratorio.
- Comparar los resultados obtenidos experimentalmente con la normativa nacional DGNIT-COPANIT 23-395-99 los parámetros que cumplen con la calidad del agua.

- Proponer líneas de acción que garanticen la calidad del agua potable para los moradores, a través de un programa de concientización e inspección del personal que labora en la planta potabilizadora, con el fin de mejorar la calidad del agua potable y minimizar el riesgo a la salud de la comunidad de Macaracas Cabecera, provincia de Los Santos.

CAPITULO II

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes:

2.1.1 Aspectos Relevantes

El Instituto de Acueductos y Alcantarillados Nacionales en la provincia de Los Santos repararon el motor en la toma de agua de la Planta Potabilizadora de Macaracas Cabecera con el fin de poner en funcionamiento la planta de agua potable. El motor fue llevado a la Regional de Herrera donde es reparado por el personal de Electromecánica, además se esperó un motor por parte de la Regional de Chiriquí (Alcantarillados, 2010).

Según Cortés (2014) fueron visitados y cerrados alrededor de seis centros porcinos en Macaracas, ya que los mismos no cumplían con las normas sanitarias del Ministerio de Salud, y se consideraba posible contaminación al río Estivaná, el mismo abastece de agua cruda a la planta potabilizadora de Macaracas.

Tres días después en otro medio de comunicación se informó que fueron cerradas tres porquerizas más de las 13 que están en el lugar, los residentes exigían el cierre de las mismas, por la contaminación con heces al río Estivaná (Vásquez, 2014).

Luego en el 2015 fueron realizados monitoreos en la toma de agua del río Cacao y en la Planta Potabilizadora de Llano Piedra y estos reflejaron un poco menos de contaminación. Este hecho podría tener relación a que los niveles de agua han aumentado, pero todavía había algunos casos de porquerizas que estaban en evaluación, porque no cumplían con los estudios de Impacto ambiental.

En este mismo año Vásquez, (2015), dijo que en colapso se estaban las opciones tradicionales como los pozos, ya que las fuentes de ríos que abastecen de agua potable se están secando. Esto pone en alerta a los miembros del Comité Salvemos los Ríos Tebario y Estivaná.

La toma que aporta agua potable, alrededor de 2,500 personas en Macaracas, provincia de Los Santos. Se encuentra en malas condiciones, la misma se encuentra colapsada, lo que pone en peligro a la región, (Vásquez, 2016).

La toma de agua presenta un estado crítico, la fuente de agua cruda es una laguna, ya que el caudal del río es muy bajo. De hecho, en ocasiones la planta es paralizada, puesto que se cuenta con la cantidad de agua necesaria para que funcione, al ser realizados los trabajos en cuanto al dragado, la planta entró en funcionamiento, pero con bajo caudal del río. Por otro lado, los moradores de la comunidad de Macaracas se encuentran preocupados al observar el agua sucia que sale de sus grifos.

Jorge Castro director del Instituto de Acueductos y Alcantarillados Nacionales en Los Santos, informó en un periódico de la localidad que se han realizado limpieza en la toma y con esto se espera lograr que los moradores cuenten con agua en la mañana y la tarde, pero en la noche será suspendido debido a que no tiene la capacidad de funcionar las 24 horas (Vásquez, 2016).

En el año 2016 la autoridad máxima del distrito de Macaracas dijo que, “desde hace un año se le solicitó a la directora del IDAAN que se realizaran estudios para construir una toma de agua en el río La Villa, y también una nueva planta potabilizadora, ya que la actual tiene 35 años de haber sido construida, presenta

problemas con el sistema eléctrico, filtración y dosificación, esto influye en que no se dé la correcta realización del proceso de floculación y buen tratamiento del agua” (Vásquez, 2016).

En las provincias centrales las formas antiguas para abastecer agua son las potabilizadora, al igual que los pozos. Estos métodos convencionales muestran deterioro, ya que se ven impactados por el cambio climático (ENOS, fenómeno del Niño), el clima del “arco seco”, las zonas de aguas que han disminuido a niveles muy críticos, debido a esto los pozos son elaborados muy profundos y ha elevados costos (Rivas, 2016).

De igual manera el autor citado en el párrafo anterior, señaló que las plantas que abastecen de agua actualmente en Azuero son antiguas y deficientes. En comparación con otras potabilizadoras a nivel internacional, se utilizan potabilizadoras “de paquete” que pueden ser movilizadas a mejor ubicación, tomando en cuenta los cambios que ocurren en el caudal de los ríos, pero en Panamá predominan las plantas potabilizadoras fijas, de concreto.

En Macaracas se cuenta con una potabilizadora de concreto y esta puede verse frente a dos grandes problemas: por un lado, el bajo caudal del río (en este caso el río Estivaná) y en segundo lugar el peligro de contaminación al que está expuesta el agua cruda tomando en cuenta el vertido de residuos sólidos y líquidos (residuos agroquímicos, excretas de las actividades porcinas, entre otras).

Esto descrito anteriormente representa un gasto económico elevado debido a que además del costo para ampliar y mejorar las antiguas potabilizadoras, también hay que invertir en los sistemas de descontaminación (generalmente carbón activado) debido al vertido de agroquímicos, excretas y restos de

animales. Es importante no olvidar otro factor crítico al que se enfrentan las potabilizadoras, como es el mal estado del sistema de distribución del agua, lo cual puede ser causa de contaminación del agua potable, por agentes físicos, químicos y biológicos.

IDAAN (2016), el director regional del Instituto de Acueductos y Alcantarillados Nacionales en Los Santos, manifestó que la problemática sobre el agua es cada día más grave, puesto que el río Estivaná que suple de agua a la potabilizadora de Macaracas no cuenta con los niveles apropiados para captar agua cruda, razón por la cual se ha tenido que poner fuera de operación la planta hasta tanto se logren obtener niveles óptimos para evitar daños en los equipos.

En el 2017, residentes del distrito de Macaracas reportan a través de un video en redes sociales, el agua que llega a los hogares presenta color chocolate al salir del grifo. Pero, el Instituto de Acueductos y Alcantarillados Nacionales, afirma que todo está funcionando bien (Critica, 2017).

Según la investigación reciente se puede decir que el agua no es de buena calidad debido a los desbordes de las lagunas de oxidación provenientes de las porquerizas que no cumplen con las normas de saneamiento ambiental, como también los químicos utilizados en la producción agrícola (Martinez, 2019).

El vocero del Comité Defensa del Agua y Ambiente en la región de Azuero, Elpidio Vega, manifestó en un medio de comunicación la preocupante y crítica situación a la que se enfrenta el río Estivaná, donde se unen cuatro afluentes: Sarió, San Antonio, Río Arriba y Cacao (Cortez, 2019). Esto es puesto al bajo caudal que enfrentan estos ríos.

2.2 Características Microbiológicas del Agua Potable

2.2.1 Fuentes de Contaminación Hídrica

Para conocer los aspectos que afectan a los efluentes hídricos se pueden citar algunos, como:

- Presencia de aguas residuales que demanden oxígeno, así como también los residuos de animales que tienen un alto contenido en nitrógeno, fósforo, y materia consumidora de oxígeno, y a menudo albergan organismos patógenos.
- Agentes infecciosos como bacterias, virus, hongos, los cuales poseen distintas formas y tamaños.
- Productos químicos, utilizados durante los procesos agrícolas que se llevan a cabo en las fincas de la región, estos pueden ser pesticidas, así como también las sustancias tensioactivas contenidas en los detergentes y los productos de la descomposición de otros compuestos orgánicos.
- Sedimentos formados por partículas del suelo y minerales arrastrados por las tormentas y escurrimientos desde las tierras de cultivos, los suelos sin protección, las explotaciones mineras, carreteras y derribos urbanos.
- Olores desagradables provenientes de la descomposición de algunas plantas acuáticas.

2.3 Microorganismos Patógenos del Agua

El análisis microbiológico es determinante para conocer que el agua potable en la comunidad de Macaracas es segura. Siendo una notable necesidad la determinación periódica de diversos parámetros de control de calidad del agua para el consumo público.

2.3.1 Principales Microorganismos Indicadores de la Calidad del Agua

Los indicadores microbiológicos de calidad del agua son agentes que tienen un comportamiento parecido a microorganismos patógenos cuya existencia puede estar relacionada con las enfermedades de transmisión hídrica como lo son: de origen bacteriano, viral, parasitario y, en menor medida, micótico (Ríos-Tobón S, 2017).

De Origen Bacteriano

- **Coliformes Totales**

Pertenecen a la familia Enterobacteriácea, son definidas como bacilos Gram negativos, aerobios o anaerobios facultativos, no esporulados. Se encuentran en los intestinos de los seres humanos y animales, también en el ambiente, ya sea en la vegetación, fuentes de agua y suelos. La aparición de estas bacterias en aguas tratadas representa una alerta de contaminación, indican que hubo fallas en las fuentes de agua cruda, en el tratamiento o en el sistema de distribución del agua potable (Robert Pullés, 2014, págs. 25-36).

- **Coliformes Fecales o Termotolerantes**

Es un subgrupo de las bacterias coliforme, que se encuentran en el intestino y excrementos de las personas y animales. La *Escherichia* pertenece al grupo de las coliformes fecales, y en menor medida las especies de los géneros de: *Klebsiella*, *Enterobacter* y *Citrobacter*; estos tipos de bacterias tienen una importante función al indicar la calidad del tratamiento del agua. La presencia de las mismas indica que el agua está contaminada con excremento o desechos procedentes de alcantarillados y tiene el potencial de causar enfermedades (Robert Pullés, 2014, págs. 25-36).

- **Salmonella Typhimurium**

Es el organismo causal de la fiebre tifoidea, este es considerado una de las salmonelas más graves. Las personas pueden obtener la infectan al beber y comer alimentos que han sido manipulados por personas infectadas o también al consumir agua potable contaminada por aguas residuales que contienen la bacteria (Lenntech, s.f.).

- **Shigella**

Esta bacteria produce la shigelosis, dicha bacteria puede alojarse en el excremento o manos sucias. Las personas pueden obtener la bacteria al beber agua contaminada o por nadar en ella. El agua podría contaminarse si existe la presencia de aguas residuales en ella y también si una persona contaminada con shigelosis nada en el lugar (healthwise, 2017).

- **E. Coli**

Es un subgrupo de coliformes fecales. Es una bacteria de origen intestinal, la presencia de la misma indica contaminación fecal. E. coli es un microorganismo que habita en los intestinos de los seres humanos, pero la aparición del mismo puede ser la causa de algunas condiciones patológicas. Cuando hay aumento de la concentración de patógenos, ocurre un riesgo y aparecen enfermedades (Robert Pullés, 2014, págs. 25-36).

- **Microorganismos Heterótrofos**

Las bacterias heterótrofas se encuentran en gran cantidad en el agua, sobre todo en el agua potabilizada y de grifo. Se considera al conteo total de microorganismos heterótrofos como uno de los indicadores más confiables para

determinar el fracaso o correcto tratamiento en la desinfección del agua (Robert Pullés, 2014, págs. 25-36).

- **C. Perfringens**

Este patógeno tiene origen fecal, también puede encontrarse en los suelos y aguas contaminadas. Es una bacteria esporulada que tolera: elevadas temperaturas, pH extremos, desecación, deficiencia de nutrientes, entre otras. Al estar este patógeno presente en el agua tratada, indica que hubo un error en el tratamiento o en la desinfección del vital líquido. La existencia del microorganismo en el agua potabilizada, luego del proceso es un indicador de alerta en el sistema de filtración (Robert Pullés, 2014, págs. 25-36).

De Origen Viral

Los virus están constituidos por ácido nucleico y proteínas.

Los virus transmitidos a través del agua son denominados virus entéricos, los mismos tienen la característica de multiplicarse en el intestino del ser humano, en las personas infectadas estos microorganismos son expulsados en grandes cantidades a través de las heces. Tienen la capacidad de sobrevivir en el medio ambiente por periodos extensos (Robert Pullés, 2014, págs. 25-36).

De Origen Parasitario

Existen dos tipos de parásitos que representan un riesgo para el ser humano, son: Los protozoos y los helmintos.

Los protozoos son unicelulares y en su ciclo de vida tienen una forma vegetativa denominada “trofozoíto” y la otra es resistente denominada “quiste”. Los quistes de estos organismos son resistentes a la inactivación de los sistemas de tratamiento convencional de aguas. Dentro de los protozoos más comunes en

las heces fecales de las personas: G. Lamblia, Entamoeba histolytica y B. Coli. La G. Lamblia y C. Parvum, han sido considerados como patógenos emergentes (Robert Pullés, 2014, págs. 25-36).

- **G. Lamblia**

La G. Lamblia es un protozoario, flagelado, es denominada anaerobias ya que sobreviven en ambientes con poco o ausencia de oxígeno, se transmite al consumir quistes en el agua o alimentos. El parásito posee dos fases en el ciclo de vida, una de ellas es la forma de quistes o infectante en esta fase puede estar en el medio ambiente por periodos largos y producir la contaminación de acuíferos y alimentos. La otra fase es el trofozoíto, que es la forma vegetativa y esta coloniza la parte superior del intestino delgado durante su asentamiento en el intestino se dan diversos síntomas de la giardiosis (Pierre, 2017).

- **Entamoeba histolytica**

Es considerado un protozoo patógeno intestinal. Se encuentra en aguas contaminada y aguas residuales. La infección se da por la ingesta de quistes y estos pueden vivir durante varios en medios acuáticos adecuados con bajas temperaturas. Este agente se obtiene por alimentos manipulados por personas infectadas, al tener contacto con personas infectadas y al ingerir agua con heces fecales y alimentos que han sido cultivados con aguas contaminadas. (Marshall MM et al., 1997).

- **B. Coli**

Es considerado un protozoo parásito unicelular que por su longitud de hasta 200 µm, se puede clasificar como el protozoo intestinal humano de mayor tamaño. Se transmite por vía fecal y oral, al tener contacto con puercos infectados, también al consumir agua o alimentos contaminados. Se notificó que, en el

1971, debido al azote de un huracán, ocurrió un brote de balantidiasis, donde un sistema de abastecimiento de agua de consumo sufrió contaminación con agua de lluvia que contenía heces de cerdo (*Balantidium coli*, s.f.).

2.3.2 Enfermedades Relacionadas Producto del Agua Contaminada

Existen impactos ambientales negativos que rodean los efluentes hídricos en la región de Macaracas de la provincia de Los Santos, que afectan directamente a la potabilizadora que abastece a esta comunidad. Prueba de ello es que los moradores están conscientes de los cambios que ocurren durante las diferentes temporadas del año y los diferentes factores físicos que pueden alterar estos efluentes.

Entre las principales causas de contaminación que pueden llevar a la presencia de enfermedades en la población se enlistan a continuación desde el punto de vista del seguimiento del cauce del río hasta el punto final que es el suministro del agua potable en los hogares:

A. Antes del Proceso

- Hojas que son arrastradas por el viento que llegan a la laguna de recepción de agua y que luego se sedimenta en la parte inferior y que pueden alterar el sabor del agua.
- La presencia de potreros cercanos al área del río Estivaná que alimenta a la toma de agua de Macaracas Cabecera, los cuales se dedican a la actividad porcina.
- Vertido de aguas contaminadas con agroquímicos (fertilizantes y plaguicidas) producto de actividades agropecuarias muy cerca de la potabilizadora. Contaminando ríos y quebradas.

- Se conoce que muy cerca se encuentra la salida de desperdicio de aguas servidas procedentes del matadero municipal que llegan al río Estivaná por medio de zanjas.
- Cadáveres de animales en estado de putrefacción en el río. Específicamente a orillas del charco de donde es alada el agua que alimenta a la planta potabilizadora para abastecer de agua potable a la comunidad de Macaracas Cabecera.

2.3.3 Enfermedades de Origen Hídrico:

Debido a que en Panamá existe una superficie abundante de aguas dulces, las fuentes generalmente no son fácilmente potabilizables, generando problemas típicos de contaminación los cuales van a incrementar enfermedades como pueden ser temporales o letales (diarreas agudas en niños) causando pérdida de fluidos y deshidratación.

A través de la ingesta de agua contaminada se pueden presentar gran cantidad de enfermedades de microorganismos como lo son: de origen bacteriano, viral, parásitos y hongos (Calderón, 2009).

Tomando como referencia a (Editores G. L., s.f), clasifica a las enfermedades de origen hídrico en cuatro grupos:

Grupo 1: En este grupo el agua actúa como transporte de los organismos patógenos que tienen lugar en materias fecales. Algunas de estas enfermedades son: hepatitis, fiebre tifoidea, amebiasis, diarreas virales, otras.

Grupo 2: Aquí se agrupan aquellos organismos patógenos que desarrollan un ciclo de vida en animales acuáticos, los mismos producen enfermedades como por ejemplo la esquistosomiasis.

Grupo 3: Estas enfermedades tienen origen debido a la falta de higiene y escases de agua. Enfermedades tales como: Sarna, parasitosis intestinal y la pediculosis.

Grupo 4: Tienen lugar las enfermedades transmitidas por insectos que se reproducen en el agua como la fiebre amarilla, el dengue hemorrágico y otros más.

En el agua se propagan otros tipos de enfermedades que pueden ser combatidas, por ejemplo:

➤ **Disentería**

Es una enfermedad que se caracteriza por ser infecciosa, la misma se da con una inflamación y úlceras en el intestino grueso en conjunto con fiebres, dolor abdominal y diarreas con mucosidad y sangre. Se conocen dos tipos de disentería: Disentería amebiana, producida por el parásito Entamoeba y la disentería basilar causado por la sarna (García, 2017).

➤ **Esquistosomiasis**

Es una enfermedad crónica aguda de origen parasitario. Se da cuando las personas infectadas con esquistosomiasis contaminan con huevos del parásito en sus excretas a las fuentes de agua dulce, luego los huevos son incubados en el agua.

Una vez las larvas entran al organismo, se convierten en esquistosomas adultos. Algunos de esos huevos salen del organismo con las heces o la orina y continúan el ciclo vital del parásito. Otros quedan en los tejidos corporales, causando una reacción invulnerable y un daño progresivo en los órganos (Salud, 2019).

➤ **Tifus**

Esta enfermedad es de origen bacteriano ocurre por piojos y pulgas. De acuerdo con (Medline Plus, s.f.) el tifus es causado por dos tipos de bacterias:

- La *Rickettsia Typhi*: Este tipo de bacterias causa el tifus murino o el tifus endémico, normalmente ocurre en lugares donde la higiene es deficiente. Se puede contraer la enfermedad si estás en contacto con pulgas, heces de rata, animales como gatos, mapaches, zarigüeyas.
- *Rickettsia Prowazekii*: causa el tifus epidémico y es ocasionada por piojos, la misma es más común en adultos mayores.

➤ **Fiebre Tifoidea**

Es una enfermedad de origen infeccioso en el intestino, se producen úlceras que dan lugar a fiebres altas y extensas. Esta enfermedad es causada por *S. typhimurium*.

➤ **Colera**

La Organización Mundial de la Salud, define a la colera como una infección intestinal aguda causada por la agente bacteria *V. cholerae*, ocurre por la ingesta de agua o alimentos contaminadas, ocasionando una diarrea abundante, sin

dolor y acuosa que puede llevar a una deshidratación grave y hasta a la muerte si no se trata con rapidez. En ocasiones va acompañada con vómitos.

➤ **Amebiasis Intestinal**

Es de origen parasitario ocasionada por la bacteria Entamoeba histolytica. Se transmite la enfermedad por vía fecal, oral y directa al beber agua o comer alimentos contaminados.

Hay siete tipos diferentes de amebas que pueden parasitar la boca y el tracto intestinal humano: E. histolytica, E. gingivalis, E. harmanni, E. coli, Lodamoeba bütschlii, D. fragilis y Endolimax nana. De estas cepas de E. histolytica son encontradas en el colon del hombre en dos formas: en la forma infectante como quiste y en la forma invasiva o móvil que es denominada como: el trofozoíto (J. Fleta Zaragoza, 2000).

➤ **Efectos Tóxicos Agudos por Plaguicidas**

Son sustancias químicas contaminantes que pueden afectar al hombre por medio del agua potable y también indirectamente a la cadena biológica de los alimentos. En ocasiones pueden ser fuertes a la degradación, y dar como resultado la presencia por periodos largos de tiempo en las aguas superficiales y subterráneas.

Tomando en cuenta la parte organoléptica, la presencia de plaguicidas deteriora las propiedades del agua al proporcionarle sabor y olor desagradable. Por otro lado, la exposición a plaguicidas puede causar alteraciones al ser humano, como: Cáncer, infertilidad, trastornos en el sistema nervioso, efectos sobre el sistema inmune o de defensa, trastornos en el sistema endocrino e incluso puede llevar hasta al suicidio (Dra. Asela M. del Puerto Rodríguez, 2014).

➤ **Efectos Tóxicos por Metales**

Los metales pesados una de las características que poseen es la de indicar la calidad ecológica del vital líquido, ya que su presencia en el agua representa toxicidad y a la vez peligro a la salud. Los efectos de toxicidad no son detectados a corto plazo, pero en ocasiones si pueden ser detectados a mediano y largo plazo. Los metales una vez incorporados al medio son muy difíciles de eliminar, la contaminación por origen de metales pesados se le atribuye a la actividad humana por la industrialización, el uso de pesticidas en las actividades agropecuarias. Los metales pueden asociarse con sustancias minerales y orgánicas, debido a procesos como intercambio iónico, adsorción, formación de combinaciones químicas; por lo que permite que lleguen al hombre de forma directa o indirecta a través de la cadena trófica (tesisred.net, s.f.).

➤ **Enfermedad Diarreica y Gastroenteritis de Origen Infecciosa**

La Organización Mundial de la Salud, señala que la gastroenteritis y las enfermedades diarreicas, Representan la segunda mayor causa de muerte de niños menores de cinco años y sostiene que las enfermedades diarreicas son a causa de una infección del tracto digestivo, ocasionada por organismos de origen bacteriano, parasitario y víricos. Se puede obtener la infección por alimentos o agua potable contaminadas, también puede obtenerse de una persona a otra como consecuencia de una mala higiene.

➤ **Salmonelosis**

Es ocasionada por diferentes tipos de salmonela. Puede darse por vía oral al tomar bebidas y consumir comidas contaminadas, procedentes de aves y huevos. Se caracteriza por náusea y vómito, cólico abdominal y diarrea (Parra, Durango, & Máttar, 2002).

➤ **Hepatitis tipo A**

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud, la hepatitis A es una virosis hepática la cual puede causar morbilidad moderada o grave. El virus de la hepatitis A (VHA) se transmite al ingerir alimentos o agua contaminados, también por contacto directo con una persona infectada. Está asociada a la falta de agua segura y a las malas condiciones de saneamiento e higiénicas (Salud, who.int, 2014).

2.4 Agua Potable

Potabilizar el agua es someter el vital líquido a tratamientos sofisticados, de asistencia técnica y equipo especializado. Es el agua potable cuando está exenta de organismos capaces de producir enfermedades o de sustancias que pueden producir efectos fisiológicos perjudiciales (Fajardo-Ecotecnóloga, 2005).

2.4.1 Clasificación

➤ **Agua Cruda o Bruta**

El agua que no procede de un tratamiento y que proviene de fuentes hídricas superficiales o subterráneas, son las que generalmente se utilizan para un posterior tratamiento y ser convertidas en agua potable.

El consumo y por ende la utilización de agua cruda puede ser la causa de poner en riesgo la seguridad alimentaria de quienes la consumen, ya que pueden estar expuestos a la presencia de agentes microbiológicos al ser consumidas de forma directa. Es muy importante que las condiciones de potabilización del agua sean custodiadas de forma continua.

➤ **Agua en Tratamiento para Alimentar al Sistema de Distribución**

Esta parte se puede considerar como la parte más compleja y costosa. Ocurre la purificación de las aguas, este tratamiento cambiará dependiendo de la calidad del agua bruta.

En esta parte se sustenta que en ninguna muestra de 100 mililitros de agua se deben detectar microorganismos como: bacterias coliformes totales o *Escherichia coli*.

➤ **Agua Tratada Dentro del Sistema de Distribución**

Para el agua tratada existen dos tipos de tanques; apoyados en el suelo y elevados. Cada uno cuenta con hipoclorador para convertirla en apta para el consumo humano.

Red de conducciones de distribución del agua a los hogares

El agua va hacia los hogares a través de estaciones de bombeo; tuberías primarias, secundarias y terciarias; tanques de almacenamiento intermediarios, válvulas; dispositivos para medición y derivaciones domiciliarias.

Dentro de los valores aceptables de microorganismos, en ninguna muestra de 100 mililitros de agua se deben detectar microorganismos: *Escherichia Coli* o bacterias coliformes termo tolerantes.

2.4.2 Requisitos Según la Normativa DGNTI-COPANIT

2.4.2.1 Características Biológicas:

Los valores máximos permitidos según la Normativa DGNTI-COPANIT en el agua potabilizada, plantea los rangos permitidos de acuerdo con los procesos de las aguas, como:

- **Agua tratada que entra al sistema de distribución (Jacome, 1999, págs. 1-10)**

Bacterias coliformes Fecales: en 100ml de agua, el valor máximo permitido para el numero de colonias es cero (0).

Bacterias coliformes Totales: en 100ml de agua, el valor máximo permitido para el numero de colonias es cero (0).

- **Agua no tratada que entra en el sistema de distribución (Jacome, 1999, págs. 1-10)**

Bacterias coliformes fecales: en 100ml de agua, el valor máximo permitido para el numero de colonias es 0.

Bacterias coliformes totales: en 100ml de agua, el valor máximo permitido para el numero de colonias es 3.

- **Agua en el sistema de distribución (Jacome, 1999, págs. 1-10)**

Bacterias coliformes fecales: en 100ml de agua, el valor máximo permitido para el numero de colonias es 0.

Bacterias coliformes totales: en 100ml de agua, el valor máximo permitido para el numero de colonias es 3.

- **Agua No Distribuida Por Tuberías (Jacome, 1999, págs. 1-10)**

Bacterias coliformes fecales: en 100ml de agua, el valor máximo permitido para el numero de colonias es 0.

Bacterias coliformes totales: en 100ml de agua, el valor máximo permitido para el numero de colonias es 0.

Parámetros de Cumplimiento Para Todas las Condiciones Anteriores

Actualmente para características biológicas la presencia de organismos como: Protozoarios (patógenos), Helmintos (patógenos), Organismos de vida libre (algas, otros), Enterovirus, Otros Organismos. No deben estar presentes en el agua potabilizada, ya que indican contaminación y por ende causan enfermedades

2.4.2.2 Características Organolépticas:

De acuerdo con la norma DGNTI- COPANIT se definen a las características Organolépticas como propiedades que influyen en el agua, estas son percibidas de forma sensorial por quienes lo consumen. (Jacome, 1999, págs. 1-10).

Cuadro N°1. Características Organolépticas del Agua.

CARACTERISTICAS	VMP (VALOR MAXIMO PERMITIDO)	UNIDADES	OBSERVACIONES
Olor y sabor	Aceptables para la mayoría de los consumidores.	-	-
Color	15	Unidades de color	Unidades de color en la escala de platino-cobalto.
Turbiedad	1,0	Unidad Nefelométrica de Turbiedad (UNT)	preferiblemente menor de 1,0 UNT.
Potencial de hidrogeno	6.5 - 8.5	Unidades de pH	----
Aceite y grasa	----	---	Debe estar exenta

Fuente: J. Jacome 1999. Título: Características organolépticas según la norma DGNTI-COPANIT23-395-99, cuadro recuperado: copanit_23_395reglamentotecnico_99.pdf

2.4.2.3 Propiedades Químicas Inorgánicas

En el agua se da lugar a la presencia de diferentes tipos de componentes disueltos, esto descrito acarrea a reacciones que pueden traer consecuencias sobre la salud de quienes lo consumen (Jacome, 1999, págs. 1-10).

2.4.2.4 Propiedades Químicas Orgánicas.

Según la norma DGNTI-COPANIT 23-395-99 los estándares aceptados para los químicos orgánicos, no deben exceder los valores guías de la Organización Mundial de la Salud (OMS) y Organización Panamericana de la Salud (OPS) que se establecen en la resolución 248 (Jacome, 1999, págs. 1-10).

Dentro de las características del agua y los valores máximos permitidos (VMP) están:

- Detergentes: El VMP es 0,2 mg/L.
- Trihalometanos: El VMP es 0,1 mg/L.
- Compuestos fenólicos: El VMP es 0,001 mg/L.
- Plaguicidas: El VMP es 0.
- Hidrocarburos: El VMP es 0.
- PCB (Bifenilos Policlorados): El VMP es 0.

2.4.3 Fundamento de Muestreo Para Análisis de Agua

Son consideradas las pruebas microbiológicas como uno de los indicadores claves para determinar la calidad del agua. El mismo es realizado analizando muestras de agua recolectadas. Las muestras de agua deben garantizar los siguientes requisitos:

- El muestreo debe ser planificado.

- Las muestras deben ser recogidas, guardadas y enviadas en envases esterilizados y limpios.
- Se debe obtener un volumen de agua suficiente que permita un análisis preciso.
- Los puntos de muestreos deben ser estudiados y seleccionados con anterioridad, para que las muestras sean lo más representativas posibles.
- Debe tenerse el mayor cuidado posible durante el muestreo para evitar la contaminación de la muestra.
- Con el fin de evitar cualquier cambio en la composición de la muestra es importante mantenerla en frío desde que es recogida, hasta la llegada al laboratorio.
- Las muestras deben estar rotuladas y debidamente identificadas, con la información que aparece en los frascos para evitar errores.

2.5 Análisis Microbiológicos del Agua

Son aquellos procedimientos que permite determinar si existe la presencia o no de patógenos. Estos análisis se basan en el cultivo y recuento de microorganismos, para realizarlo es necesario preparar y conservar de forma adecuada los medios de cultivos, luego realizar una siembra y observar los resultados. En microbiología se utiliza una técnica muy habitual que es la tinción de Gram.

2.6 Fundamentos de las Pruebas de Calidad del Agua

Es importante señalar que debe existir un control sanitario rígido que detecte la presencia de contaminantes en el agua ya sea por microorganismos u otras sustancias que puedan ocasionar intoxicaciones al consumidor. Si se presenta este caso las autoridades de salud como el Ministerio de Salud (MINSA) podrán aplicar sanciones graves hasta la clausura o cierre de las potabilizadoras.

De lo anterior es de suma importancia realizar las pruebas de calidad para dar seguimiento a las normativas de DGNTY COPANIT 23-395-99 que se deben cumplir.

2.6.1 Características del Agua

➤ Propiedades Organolépticas

El agua es una sustancia que en su estado líquido puede absorber con mucha facilidad tanto sustancias naturales como sintéticas. Es por ello que debe reunir ciertos parámetros que describen algunas características físicas.

Color

El aspecto transparente del agua se debe al color. El cual depende de la materia orgánica proveniente de plantón, ácidos húmicos o de algunas sales minerales de magnesio y hierro, así como también cobre y cromo disueltos en suspensión. Por efecto de cumplimiento de la normativa el agua debe ser incolora.

Olor

El olor es indicativo de alguna actividad elevada por microorganismos, puede ser evaluada subjetivamente y no debe haber presencia del olor en el caso de agua potable una vez tomada la muestra, ni 10 días de haberse almacenado (20°C) (agua, s.f.).

Sabor

El agua en el sabor no debe percibirse sabor alguno y menos desagradable. Por consiguiente, se puede decir que el agua está en grado de putrefacción, contaminación por añadidura de algunos metales.

➤ **Propiedades Físicas**

Temperatura

Fundamento de la prueba de temperatura se basa en la utilización de un termómetro de mercurio en escala de -10 °C a 150 °C. Cuyo concepto está definido por grado o nivel térmico equivalente a la energía cinética media de las partículas que lo componen (Editores, 2004, págs. 14791-14792).

Las muestras se recogieron y se mantuvieron a una temperatura de 4°C hasta llegar al laboratorio de la Universidad Especializada de las Américas (UDELAS), conservándose a la misma temperatura hasta el día de los análisis. La finalidad de mantenerlas en frío es para que no se multipliquen ni se desarrollen los microorganismos.

Prueba de Densidad

Es importante señalar que la densidad del agua está relacionada con los componentes salinos que por lógica aumentaran la misma.

Por consiguiente, la densidad de las fuentes hídricas debe ser más alta que las muestras que se tomen después del proceso de tratamiento del agua.

La medición de la densidad del agua está basada en el método gravimétrico utilizando una probeta, calculando su peso y restarlo luego del peso del agua con la probeta. Se anota correctamente el volumen del agua y la masa obtenida anteriormente para luego efectuar los cálculos dada por la siguiente formula

$$\text{Densidad} = \text{Masa/Volumen}$$

La densidad de una sustancia es el peso de un mililitro de la misma. Se obtiene dividiendo el peso de cierto volumen de sustancia entre el peso del volumen similar de agua. El resultado depende de la temperatura. Normalmente, la densidad se determina a 20 °C (Meyer, 1997, pág. 41).

Turbidez

La prueba de turbidez marca un factor importante en la calidad del agua, no solo en las fuentes hídricas, sino también en el agua potable. También es un parámetro de estética al ser consumida por el ser humano; de igual manera la transparencia del agua natural, antes del proceso es un factor primordial para llevar a cabo la fotosíntesis y la producción de fitoplancton. Se debe agregar que influye directamente en el sabor y olor del agua para consumo humano. Finalmente, si se ve desde el punto de vista de ingeniería de alimentos puede causar residuos en la preparación de algunos alimentos.

Es una medida de la dispersión de la luz por el agua como la consecuencia en la misma de materiales suspendidos coloidales y/o particulados (Análisis de agua, s.f.).

Una de las principales causas de la turbidez puede deberse a la presencia de concentración alta de bacterias, partículas en suspensión, partículas de material oxidado por tuberías, arenas, piedritas, lodos.

Partículas en Suspensión

Las partículas en suspensión son aquellas que se forman o se depositan en la superficie del agua como materia vegetal o mineral fina, que no son capaces de sedimentarse y se pueden decantar de forma natural. Estas se observan físicamente a través de los envases de las muestras.

➤ Propiedades Químicas

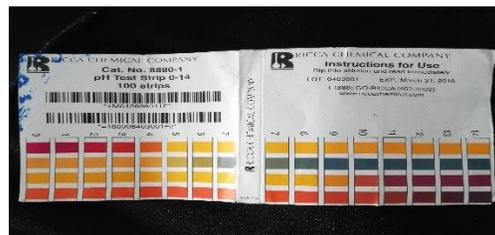
Prueba de pH

El pH es un parámetro químico el cual afecta a muchas reacciones químicas y biológicas por lo tanto muy alto puede producir alcalinidad (arriba de 8.5) y muy bajo acidez (bajo de 6.5). El valor del pH según el rango de la normativa DGNTI COPANIT23-395-99 para el agua potable es de 6.5-8.5. la importancia de mantener el pH es que uno de los procesos que se dan dentro del tratamiento del agua es la clarificación y este solo ocurre cuando se mantiene el parámetro anterior (pH y alcalinidad, s.f.).

Cuando se mide el pH se toma en cuenta la cantidad de protones (iones H+) y el número de iones hidroxilos (OH-). Si ambos se encuentran en igualdad el pH será neutro.

El pH se puede determinar a través de varias pruebas experimentales que pueden ser:

- Papel pH: son capaces de medir la acidez de pH a través de cambio de coloración por tiras de prueba en un rango de 0-14 como lo indica la siguiente figura.



- Electrodo de pH: el mismo consiste en un tubo pequeño el cual está unido a un peachimetro por medio de un cable. Adentro del electrodo se encuentra una sustancia llamada cloruro de potasio 3M. Otros pueden

contener un gel con las mismas propiedades. En el fluido se encuentran cables de platino y plata. Los iones crearan una carga positiva y negativa en cada carga del electrón, por lo tanto, se revelará el resultado de manera digital en el potenciómetro o pH-metro. (pH y alcalinidad, s.f.)

El potenciómetro debe calibrarse continuamente, el cual requiere de soluciones amortiguadores una con un pH=4 y la otra con pH=7. Se requiere una adecuada calibración que conlleva a seguir los siguientes pasos: (Meyer, 1997)

Paso I Se lava el electrodo con agua destilada.

Paso II Se introduce en la solución amortiguadora pH 4.

Paso III Se ajusta la temperatura.

Paso IV se enciende el potenciómetro.

Paso V se espera que se estabilice a pH 4.

Paso VI se repite la solución amortiguadora pH 7.

Materia Orgánica

En los efluentes hídricos con aguas naturales se encuentran o vienen por arrastres de compuestos orgánicos que se pueden clasificar como biodegradables que son utilizados por diferentes tipos de microorganismo como fuentes de alimentación, los cuales pueden ser los DQO (Demanda química de oxígeno), cuyo concepto se define como la cantidad de oxígeno consumido por los cuerpos reductores presentes en el agua sin la intervención de organismos vivos. DBO (Demanda biológica de oxígeno) es aquel que permite determinar la materia orgánica biodegradable (Análisis de agua, s.f.).

Según la normativa DGNTI35-2000 los parámetros que se deben cumplir de ambos son: DQO= a 100 mg O₂/l; y para el DBO = 35mg/l.

Aceite y Grasas

Los aceites y grasas que son productos químicos orgánicos provienen de actividades que se desarrollan aguas arriba de la toma potabilizadora, los cuales pueden estar presentes en estado libre de origen animal y vegetal, entre otros algunos derivados del petróleo. Una de las características físicas que, al ser inmiscibles con el agua, insolubles, se pueden observar de manera emulsionadas. Estos factores también bajan la calidad del agua ya que puede presentarse un mal olor, color y sabor (Vera, s.f).

Cloro y Cloruros

La relación de los cloruros en el agua potable durante el proceso de tratamiento es que el cloro se utiliza como desinfectante. El cloruro en forma de ion Cl⁻ se considera un anión importante presente en el agua y se puede detectar o identificar cuando está unido al potasio o sodio (Pradillo, s.f).

Metales

Otro factor que puede degradar la calidad del agua es la presencia de metales tóxicos al ser humano, que son insolubles en el agua. Los que pueden generar mayor importancia son los que se encuentran en las corrientes de las aguas naturales como lo es el mercurio y el cadmio que pueden unirse al material particulado y al sedimento. En lo que respecta al cadmio pueden estar unidos a otros compuestos como cloruros y carbonatos en forma libre como ion (Análisis de agua, s.f.).

Si lo vemos desde el punto de vista de la salida del agua del grifo en las residencias y se observa material particulado, entonces puede provenir de

algunos metales oxidados provenientes del sistema de distribución con características inadecuadas.

Pesticidas

Una de las actividades que ha acarreado mayor contaminación en el área de Macaracas Provincia de Los Santos es que se genera mucha actividad agrícola cuyos residuos químicos van directamente a los efluentes hídricos deteriorando la calidad del agua que llega a las tinajas del sistema de retención de agua para su posterior tratamiento. Estos pesticidas al igual que otras sustancias químicas pueden llegar al fuente hídrico central a través de quebradas aledañas, cercanas a potreros, cuyo destino principal puede ser la planta potabilizadora y el mar.

Gases Disueltos

El alto nivel de oxígeno disuelto en una comunidad de suministro de agua es bueno porque esto hace que el gusto del agua sea mejor, además ayuda a la sobrevivencia de los organismos presentes en agua. Por otro lado, los niveles altos de oxígeno disuelto aumentan la velocidad de desgaste en las tuberías de agua. Por lo que las industrias usan agua con la mínima cantidad posible de oxígeno disuelto (Lenntech, ¿Por qué es importante el oxígeno disuelto en el agua?, s.f).

2.7 Calidad del Agua

El agua potable es aquella que podemos consumir o beber sin que exista peligro para la salud. El agua potable no debe contener sustancias ni microorganismos que puedan perjudicar la salud (Editores G. L., s.f).

La calidad del agua es un asunto que preocupa a todos, debido a que hay factores como: agentes biológicos y productos químicos tóxicos que ponen en riesgo la salud de las personas. En el agua se puede definir su calidad por: Pruebas físicas, químicas y microbiológicas.

2.7.1 Pruebas Microbiológico del Agua

El análisis microbiológico, tiene como fin brindar información confiable acerca de la inocuidad y calidad sanitaria de una muestra. Por dicha razón es importante la elección de un método adecuado para obtener resultados (Elisa Marcela Carrillo Zapata, 2008).

Conteo de Coliformes Fecales y Totales

Se basa en la determinación del número de coliformes presentes en una muestra mediante la siembra de distintos volúmenes de agua en un medio de cultivo líquido lactosado, luego se incuban las placas a 35 °C durante 24 horas. Observar las colonias típicas fermentadoras de color rojo rodeadas de un halo opaco de precipitación de sales biliares (Determinación de Bacterias Coliformes: COLIMETRIA, s.f).

Tinción de Gram

➤ Bacterias Gram Positivas

Las bacterias Gram positivas poseen una pared celular gruesa constituida por peptidoglicano, pero no cuentan con membrana celular externa.

Las bacterias G+ retienen el cristal-violeta después de la decoloración y aparecen de color azul intenso (purpura) (Luis Esaú López-Jácome, 2014).

➤ Bacterias Gran Negativas

En las bacterias Gram negativas la pared celular está constituida por una capa fina de peptidoglicano y una membrana celular externa, cuyo componente estructural único son los lipopolisacáridos. Las mismas no son capaces de retener el cristal-violeta después de la decoloración y son teñidas de rojo con safranina (Luis Esaú López-Jácome, 2014).

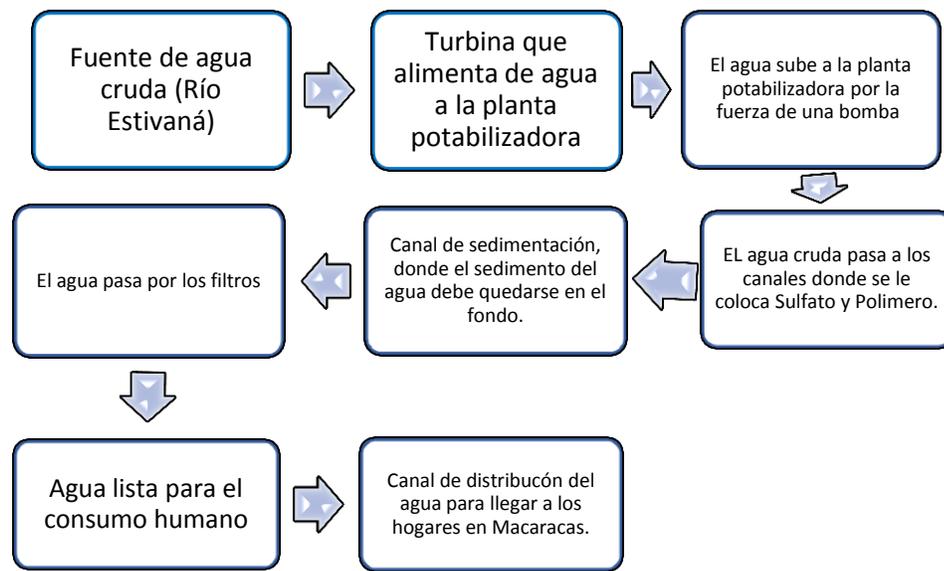
2.8 Validación de las pruebas

La validación de una prueba es la confirmación de la misma. Mediante el cual se realizan pruebas objetivas que garantizan que se han cumplido los requisitos para la aplicación que se requiere (Cuesta, s.f).

Los resultados son definidos de 24-48 horas. Los resultados se describen según las características físicas observadas en las colonias presentes en las placas.

2.9 Diagrama de Flujo del Proceso del Agua en la Planta Potabilizadora de Macaracas.

Cuadro N°2. Diagrama de Flujo de la Planta Potabilizadora de Macaracas.



Fuente: María C. González F. Licenciatura Seguridad Alimentaria Nutricional. UDELAS Los Santos, 2020.

2.10 Fundamento legal

- Decreto de Ley No. 2 de 7 de enero de 1997. Por el cual es dictado el marco regulatorio e institucional para presentar los servicios de alcantarillados y agua potable (Industrias, 2019, págs. 1-15).

- Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 21-2019. Tecnología de los Alimentos. Definiciones y Requisitos Generales del Agua Potabilizada. Fue Divulgado en Gaceta Oficial No. 28777-B de 20 de enero de 2019 (Industrias, 2019, págs. 1-15).

- Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 21-393-99. Toma de Muestra. En este reglamento se plantea la metodología para obtener una muestra representativa de agua, con el fin de que permita determinar sus propiedades químicas y radiológicas. Publicado en la Gaceta Oficial No. 23,941 de 06 de diciembre de 1999 (Públicos, s.f).

- Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 22-394-99. Toma de Muestra Para Análisis Biológico. En este reglamento se establece la metodología para obtener una muestra representativa del agua, para determinar a partir de ella la calidad biológica de interés sanitario en los abastecimientos de agua potable. Publicado en la Gaceta Oficial No. 23, 949 de 17 de diciembre de 1999 (Industrias, rt-dgnti-copanit-22-394-1999.pdf, 1999, págs. 1-8)

- Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 23-395-99. Definiciones y Requisitos Generales. Son establecidos los requerimientos físicos, químicos, biológicos y radiológicos que debe cumplir el agua potable. Publicado en la Gaceta Oficial No. 23,942 de 7 de diciembre de 1999 (Industrias, rt-dgnti-copanit-23-395-1999.pdf, 1999, págs. 1-17).

- Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 78:1. 2003. Metrología. Medidores de Agua a Temperatura Ambiente. Este Reglamento se utiliza para los medidores del volumen de agua potable a temperatura ambiente. Este Reglamento también es empleado a los medidores de agua con principios electrónicos, eléctricos y mecánicos que tengan dispositivos electrónicos (Públicos, s.f).

- El Decreto Ley 2 del 7 de enero de 1997, se dicta el Marco Regulatorio e Institucional para la Prestación de los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario, donde el artículo 31 del Decreto Ley 2 establece que esta Autoridad Reguladora será el organismo que aprobará y fiscalizará el régimen tarifario para los servicios de abastecimiento de agua potable y alcantarillado sanitario, sobre la base de los lineamientos establecidos en la Ley (PÚBLICOS, 2010).

- Reglamento Técnico. Agua. Descarga de efluentes líquidos directamente a cuerpos y masas de agua superficiales y subterráneas. Conforme al Código Sanitario vigente, en su artículo 205, prohíbe descargar directa o indirectamente los desagües de aguas usadas, sean de alcantarillas o de fábricas y otros, en ríos, lagos, acequias o cualquier curso de agua que sirva o pueda servir de abastecimiento para usos domésticos, agrícolas o industriales o para recreación y balnearios públicos, a menos que sean tratadas por métodos que las rindan inocuas, a juicio de la Dirección de Salud Pública (DIEZ, 2000).

- Decreto Ejecutivo No. 436 de 9 de abril de 2010. Se reglamenta el numeral 7 del artículo 29 del Decreto Ley 2 de 7 de enero de 1997, que regula el uso no racional del agua potable, sobre todo en tiempos de escasez (Públicos, s.f).

CAPÍTULO III

CAPÍTULO III MARCO METODOLÓGICO

3.1 Diseño de investigación

Este trabajo de investigación está enrocado a resolver y buscar solución a las interrogantes planteadas en el capítulo I, en el cual se busca analizar la calidad microbiológica del agua potable en la planta potabilizadora de Macaracas Cabecera, provincia de Los Santos. De lo anterior la intención será realizar algunas pruebas microbiológicas presuntivas y confirmativas de diferentes muestras de aguas, en el marco de una investigación experimental, descriptiva, básica y de campo.

La investigación incorpora monitoreos de agua superficial en tres puntos de la toma de agua: Antes del proceso, durante del proceso y después de la descarga, en la que se realizaran pruebas físicas y químicas, las cuales podemos mencionar: pH, temperatura y observación de parámetros físicos y microbiológicos como: determinación de E. coli y Coliformes totales. De lo anterior se realizará en coordinación con las autoridades del El Instituto de Acueductos y Alcantarillados Nacionales.

3.1.1 Tipos de Investigación

- **Investigación Descriptiva**

El tipo de investigación descriptiva tiene como objetivo llegar a conocer la calidad microbiológica del agua potable a través de un análisis experimental, el cual se llevará a cabo en el laboratorio de la Universidad Especializada de las Américas.

Es descriptivo porque parte de una realidad que atraviesa la comunidad de Macaracas Cabecera, provincia de Los Santos. En relación con la situación actual en lo referente a la calidad del agua potable, en el que será necesario caracterizar y diagnosticar el estado de los suministros de agua antes, durante y después del tratamiento.

- **Investigación Experimental**

La investigación experimental consiste en someter a un objeto o grupo de individuos, a determinadas condiciones, estímulos o tratamiento (variable independiente), con el fin de observar los efectos o reacciones que se producen (variable dependiente) (Arias, 2012).

- **Investigación Mixta**

La investigación mixta se caracteriza por la incorporación de técnicas, métodos, aproximaciones, conceptos tanto de estudio cuantitativo como cualitativo, por parte del investigador (Tibaud, 2009).

La presente investigación es de tipo mixta, ya que trata de comprender algunos elementos interrelacionados con la calidad del agua en la región de estudio, por lo que se basa en la obtención de datos cuantitativos a través de muestreos y análisis en los que se puede mencionar: los físico-químicos y microbiológicos.

- **Investigación Básica**

La investigación básica o fundamental busca aportar teoría al conocimiento científico. Su principal objetivo es mejorar el entendimiento de las personas, en cuanto a un fenómeno o algún comportamiento en específico (Robles, 2017).

- **Investigación de Campo**

La investigación de campo consiste en obtener datos primarios directamente de los sujetos investigados, o de la realidad donde ocurren los hechos, sin manipular o controlar variable alguna, es decir, el investigador obtiene la información, pero no altera las condiciones existentes (Arias, 2012).

- **Investigación Transversal**

El diseño de estudios transversales se define como el diseño de una investigación observacional, individual, que mide una o más características de estudio, en un momento dado. La información de un estudio transversal se recolecta en el presente y, en ocasiones, a partir de características pasadas o de conductas o experiencias de los individuos (José Antonio García García, 2014).

Se estudian las variables simultáneamente, según el siguiente esquema:

Cuadro N°3. Puntos para toma de muestras en estudio.

Fuente: María C. González F. Licenciatura Seguridad Alimentaria Nutricional. UDELAS Los Santos, 2020.

Toma de muestra antes del proceso	TM1	ATM1
Toma de muestra durante el proceso	TM2	ATM2
Toma de muestra luego del proceso	TM3	ATM3
Toma de muestra del grifo	TM4	ATM4

- **Investigación Cualitativa**

Es importante resaltar que se pueden obtener datos cualitativos debido a que se parte de una situación real, presente a través de la observación dándole seguimiento a las variables para recabar información del problema de investigación.

- **Estudio Explicativo**

Este tipo de estudio está enfocado en encontrar y explicar de forma muy detallada las causas de por qué y cómo ocurre un fenómeno (Isabel Vásquez Hidalgo, 2016).

- **Estudio Predictivo**

En esta investigación se pronostican distintas situaciones futuras en las que se puede presentar el objeto de estudio, dichas situaciones son tomadas a partir de estudios detallados del progreso del evento (Puello, 2014).

- **Estudio Confirmatorio**

Se basa en la información recolectada del marco teórico y en los resultados de estudios descriptivos y exploratorios, con la finalidad de poner a prueba las teorías que explican el fenómeno en estudio (Amador, 2008).

3.2 Población o Universo

3.2.1. Población

Conocida como población o universo. Es el total de individuos u elementos que poseen características similares de las cuales se utilizarán como unidades de muestreo (Lalangui, 2018).

La población será la fuente de agua que abastece a la comunidad de Macaracas Cabecera Provincia de Los Santos, cuyo número es de 100 casas en total.

3.2.2. Muestra

Es la selección de una parte de la población con el fin de obtener la información. En ella se realizarán las mediciones u observaciones de las variables de estudio (Lalanguí, 2018).

Para el análisis de laboratorio se toman 50 muestras de agua que corresponderán a tres (3) muestras de la planta potabilizadora y 47 pertenecientes a las residencias.

3.2.3. Muestreo

Muestreo no Probabilístico.

Este tipo de muestreo también es denominado muestras dirigidas o intencionales. La elección de los elementos es tomada de forma informales y no aseguran el total de la población, por lo que no todos los sujetos probablemente serán seleccionados, de tal manera que se espera tener una no representación de todos los que conforman la población (Scharager, 2001).

Para los análisis microbiológicos la recolección de las muestras será localizadas tomando en cuenta a las tomas de muestra antes, durante y después del proceso, así como también de los 47 grifos de las viviendas de la comunidad. Se utilizarán frascos estériles de 100ml que posteriormente se guardarán en un refrigerador a 4 °C para ser trasladados al laboratorio de UDELAS.

3.3 Identificación de las Variables

Para el planteamiento de las variables se enfocó desde el punto de vista cualitativo como cuantitativo. Las mismas se plantean a continuación:

3.3.1. Variable Independiente (causas)

Condiciones microbiológicas del agua.

- Definición conceptual:
Es el procedimiento mediante el cual se inspecciona el agua, para determinar si presenta o no patógenos y, en caso de ser positivo, su carga (cantidad) y grado de patogenicidad (Y., 2009).
- Definición operacional:
El proceso de operacionalización de las variables es de convertir de la realidad lo abstracto a un nivel concreto en lo que se debe establecer un indicador el cual debe ser medido y el instrumento de evaluación de una manera clara. El principal indicador a medir serán las pruebas microbiológicas como lo son: número más probable y recuento en placas.

3.3.2 Variable Dependiente (efecto)

La calidad del agua potable.

- Definición conceptual:
Es aquella que se ajusta a los requisitos de calidad enmarcados en este reglamento, apta para el consumo humano (Jacone, 1999).
- Definición operacional:
A través de la operacionalización de la variable dependiente el indicador a evaluar será a través de los resultados de las pruebas físico-químicas y

microbiológicas en las distintas tomas de muestras para medir la calidad del agua.

3.4 Instrumentos y/o técnicas de recolección de datos y/o materiales y/o equipos y/o insumos y/o infraestructura que se va a realizar.

Una de las principales preocupaciones sobre este tema, el cual tiene como objeto de estudio en relación con la contaminación del agua potable en la comunidad de Macaracas es la recolección de los datos cualitativos y cuantitativos para la interpretación de los resultados obtenidos a través de la elaboración de encuestas y obtención de datos experimentales, para garantizar la veracidad de las conclusiones a través de la hipótesis de trabajo.

La investigación científica de este estudio como se había mencionado antes está enfocado a un estudio descriptivo (que identifican las variables del fenómeno), explicativo, predictivo, confirmatorio.

La ventaja de esta investigación mixta es que encierra una fase de descubrimiento a través de la observación cualitativa. Por otro lado, la utilización de otra fase en la que se confirma y justifica la metodología cuantitativa. Cabe señalar que se busca investigar a cerca de las variables y sus técnicas de recolección de datos como son las tomas de muestras que parte de una hipótesis de trabajo y que posteriormente este estudio sirva a nuevas investigaciones.

Los equipos que se utilizarán para las pruebas cuantitativas serán:

- ✚ Para el análisis microbiológico: contador de colonias, envases estériles, asa de inocular, material de vidrio, algodón, agar MacConkey, tubo de ensayo, pipeta, incubadora, contador de colonias, autoclave.

- ✚ Para la calidad del agua: Peachimetro o potenciómetro, turbidez, densidad, sedimentación.

Métodos de Detección Microbiológica

- **Número más probables:** Se denomina una estrategia eficiente que permite estimar densidades poblacionales, sobre todo cuando una evaluación cuantitativa de células individuales no es factible. La técnica se basa en la determinación de presencia o ausencia de microorganismos en muestras de suelo u otros ambientes, en este caso muestras de agua. El estimado de densidad poblacional se obtiene a través del patrón de ocurrencia que es el perfil característico en el que puede presentarse la enfermedad y el uso de una tabla probabilística quien nos muestra los rangos (Jessica, 2014).
- **Cultivo y siembra de microorganismo:** El cultivo es un medio donde crecen los microorganismos en las condiciones que permiten su desarrollo como: humedad, temperatura, presión de oxígeno, alcalinidad o acidez.
- **Aislamiento (por estrías y diseminación):** Consiste en separar a una clase de microorganismo a partir de un grupo que lo contiene. Cuando se busca obtener colonias aisladas a partir de un material determinado, es necesario diluir la muestra.

3.5 Procedimiento

El procedimiento para el desarrollo de esta investigación se divide en dos fases. La primera consiste en el diseño experimental y en la segunda el tratamiento de los resultados a través de gráficas y tablas.

La primera faceta se desglosa de la manera siguiente:

- A. Toma de muestra del agua en los puntos antes, durante y después del tratamiento.
- B. Establecer la cadena de custodia, manteniendo las muestras a una temperatura de 4°C, hasta llegar al laboratorio.
- C. Esterilizar el material de vidrio en una estufa por dos horas.
- D. Preparar el medio de cultivo Agar MacConkey y Agar Nutritivo, verter en las cajas Petri.
- E. Sembrar las muestras de cada recipiente en las caja Petri que contiene el medio gelificado.
- F. Encubar por 24 horas y después de este tiempo verificar en cada caja el crecimiento bacteriano.
- G. Preparación de las muestras para inoculación en medio de cultivos para coliformes totales y fecales.
- H. Conteo de colonias y observación de sus características.
- I. Aplicar la tinción de Gram como técnica de diferenciación (entre Gram + y Gram -).

CAPÍTULO IV

CAPÍTULO IV. PROPUESTA DE INTERVENCIÓN.

4. Título de la Propuesta.

Con el fin de conocer el estado de calidad del agua potable que proviene del río Estivaná, el presente trabajo tiene la finalidad de fortalecer de salud-enfermedad a través de la orientación presentada en la siguiente propuesta.

“Programa de concientización e inspección del personal que labora en la planta potabilizadora, con el fin de mejorar la calidad del agua potable y minimizar el riesgo a la salud de la comunidad de Macaracas Cabecera, provincia de Los Santos”.

4.1 Descripción

La propuesta consiste en plantear el desarrollo de un programa de concientización e inspección del personal que labora en la planta potabilizadora de la región donde se ubica el estudio de esta investigación, debido a que los resultados obtenidos nos condujeron a tomar medidas con el fin de plantear esta solución y así poder minimizar los riesgos a la salud en esta comunidad.

La planta potabilizadora que abastece a la comunidad de Macaracas Cabecera está ubicada vía Los Higos de Macaracas, provincia de Los Santos. La comunidad de Macaracas limita al Norte con el Distrito de Los Santos, al Sur con el Distrito de Tonosí, al Este con el Distrito de Guararé y Las Tablas, al Oeste con el Distrito de Los Pozos. La misma consta con diferentes accidentes geográficos como: Cerros (El Canajagua, Quema, Picacho y otros), también posee ríos como: La Villa, Estivaná, Tebario y Cacao.

Como idea principal es crear un programa que contiene dos módulos: el primero basado en la concientización del personal que labora en la planta potabilizadora con relación a los problemas que enfrenta la misma desde el inicio que capta la fuente de agua cruda hasta el sistema de distribución hacia los hogares.

El segundo modulo trata de un sistema de inspección de estricto control y vigilancia de las operaciones que conlleva el proceso de potabilización del agua.

Debido a los múltiples problemas encontrados en el estudio quizás por la falta de vigilancia y control sanitario, capacitación del personal, suministro de materiales y equipos, mantenimiento. De manera que se pueda plantear y desarrollar un programa para garantizar la calidad del agua de acuerdo con las necesidades de la potabilizadora.

4.2 Área de Intervención o Líneas de Acción

La propuesta planteada asume como línea de acción una estrategia o planteamiento de un programa de concientización e inspección al personal que labora en la planta potabilizadora encaminado al cumplimiento de los objetivos, considerando metodologías y recursos disponibles. De acuerdo con la problemática estudiada en esta región de Macaracas.

4.3 Introducción

Debido a la contaminación del agua en los ríos, la calidad del agua se ve afectada por diferentes factores como lo son: El bajo caudal, el vertido de productos químicos, las actividades porcinas a orillas de los ríos, arrojamiento de excretas y cadáveres de animales, descargas de aguas contaminadas hacia

el afluente hídrico, las condiciones de equipos, materiales e infraestructuras inadecuadas, mal estado de los sistemas de filtración y dosificación, las condiciones de salubridad dentro de la planta y por parte del personal. Conlleva a situaciones de riesgos biológicos, químicos y físicos que pueden afectar la salud en esta comunidad.

4.4 Justificación

Actualmente la problemática sobre la contaminación del agua se ha venido incrementando poco a poco con el pasar de los años, las mismas se han venido confirmando a través de los monitoreos bajo la responsabilidad del Ministerio de Salud (MINSA). La comunidad de Macaracas percibe que no se le ha puesto el interés o empeño por parte de las autoridades para mejorar la problemática.

Es necesario estudiar de manera comparativa las pruebas físico-químicas y microbiológicas que se puedan realizar para determinar la calidad actual del agua de la planta potabilizadora y así poder tener más claro como presentar las herramientas adecuadas en la que se pueda plasmar en esta propuesta la información recopilada y evaluar las condiciones de la potabilizadora de Macaracas.

La importancia de que la comunidad reciba el agua potable de calidad radica en llevar un sistema de inspección y control de vigilancia estricta por parte de las autoridades del Ministerio de Salud y El Instituto de Acueductos y Alcantarillados Nacionales.

Por último, la propuesta tratará de enfocar el establecimiento de un programa que podrá ayudar a minimizar la problemática, siempre y cuando las instituciones pongan de su parte.

4.5 Objetivos

4.5.1 Objetivo General

El desarrollo de esta propuesta se basa en el apoyo que requieren estas instituciones con respecto a la orientación y planificación de los programas de inspección y control en el tratamiento del agua potable. Los objetivos generales de la propuesta son:

- Reducir el riesgo a la salud humana determinados por los factores contaminantes durante el proceso de tratamiento del agua potable.
- Educar al personal que labora en la planta potabilizadora con relación a un mejor control e inspección de los procesos.

4.5.2 Objetivos Específicos

- Elaborar un material de apoyo relacionado con el planteamiento de un programa basado en la concientización e inspección del personal que labora en la planta potabilizadora con el fin de mejorar la calidad del agua y tener mejor vigilancia por parte de las autoridades.
- Desarrollar estrategias que sirvan de apoyo al personal de planta para reducir los riesgos.
- Indicar el perfil del recurso humano que debe tener el personal que pueda capacitar a los colaboradores que trabajan en el proceso de tratamiento.
- Orientar a los residentes del área a tomar medidas en caso de que no se reciba el agua potable de calidad.

4.6 Desarrollo de la Propuesta

El desarrollo de la propuesta estará basada en la manera como las instituciones educativas de nivel superior como la Universidad Especializada de Las Américas, pueden aportar ideas o recomendaciones a través de este trabajo de investigación, para orientar a las instituciones gubernamentales en el caso de que nos compete dichas instituciones como el Instituto de Acueductos y Alcantarillados Nacionales y el Ministerio de Salud, de cómo mejorar la calidad del agua que se le suministra a la comunidad de Macaracas Provincia de Los Santos. Es por ello que la responsabilidad de una vigilancia continua por parte de estas entidades es de necesidad. Además de las acciones inmediatas que se tomen para asegurar que el proceso de tratamiento y distribución del agua potable brinde una protección o aseguramiento de la calidad de la misma.

Por lo tanto, las acciones tomadas por las autoridades competentes deben recaer sobre los siguientes puntos: Fuente de agua cruda, tinas de almacenamiento, sistema de procesos de tratamiento y finalmente la distribución de la misma que cumpla con las normativas del país.

De lo anterior es necesario se plasmen las responsabilidades de cada ente involucrado.

4.6.1 Responsabilidades de las Autoridades Competentes.

- ❖ Las autoridades nacionales tienen la responsabilidad de proteger la salud pública para prevenir la presencia de enfermedades.
- ❖ Tomar acciones correctivas inmediatas frente a una emergencia en cuanto a los procesos de tratamiento de aguas ineficientes.
- ❖ Planificar los mantenimientos de los equipos de manera continua.
- ❖ Planificar las inspecciones y vigilancia periódicamente.

4.6.2 Responsabilidades de los Consumidores o Residentes de la Comunidad.

Los residentes afectados por la calidad de agua potable en esta región tienen derecho a recibir para su consumo un agua que cumpla con las normativas del país en cuanto a higiene e inocuidad.

Muchos de los residentes, no cuentan con los conocimientos necesarios para detectar las anomalías físicas del agua potable, una vez la reciban en sus hogares y mucho menos que hacer en ese caso.

De lo anterior una vez observada la anomalía el deber es reclamar a las instituciones involucradas y exigir una explicación del agua potable que no está recibiendo en condiciones inocuas, ni de calidad.

4.7 Método / procedimiento

La metodología para implementar la propuesta consiente de la situación problemática por el cual está atravesando esta planta potabilizadora, lleva a presentar el problema a las autoridades encargadas. Algunas alternativas planteadas de la siguiente manera:

- ❖ Establecer un plan de acción de dialogo con las instituciones, con el fin de orientar al personal, con relación a los puntos críticos de control que se debe llevar durante el proceso de potabilización del agua. En el caso del Instituto de Acueductos y Alcantarillados Nacionales.

- ❖ Una vez dado los diálogos y se apruebe el plan de acción, el primer paso sería capacitar a los funcionarios encargados de las operaciones, en los temas de higiene, limpieza, desinfección y calidad del agua.
- ❖ La revisión del mantenimiento de equipos (instalación de sistema de cloración y cambios de filtros) e infraestructura de la misma planta potabilizadora requiere de una revisión continua. Ya que no solamente requiere de una capacitación, sino que va en complemento con los recursos que el estado destine.
- ❖ La planta potabilizadora debe tener su propio laboratorio con muestreos continuos, para realizar análisis de calidad del agua, con el fin de evitar la espera de la visita del Ministerio de Salud, ya que la cual es esporádicamente.
- ❖ La meta de este programa de concientización y vigilancia se presentará con el objetivo de brindar una educación sanitaria a los colaboradores de la planta potabilizadora.

4.8 Componentes Académicos

Para dar seguimiento a esta propuesta componentes académicos se divide en dos partes:

Charla de concientización:

Duración: dos (2) días.

Parte A. Lunes: Horario 7 am – 10 am. Módulo I

De 7:00 am – 7:15 am: Entrega de materiales didácticos y lista de asistencia.

De 7:15 am – 8:15 am: Primer tema: Importancia de la Higiene del Suministro de las Fuentes Hídrica y sus Alrededores.

De 8:15 am – 8:30 am: Sesión de preguntas y respuestas.

De 8:30 am– 9:00 am: Receso.

De 9:00 am – 9:45 am: Segundo tema: Impacto Negativo a la Salud Humana por el Consumo de Agua No Potable.

De 9:45 am – 10:00 am: Sesión de preguntas y respuesta.

Parte B. Martes: Horario 7 am – 10 am. Módulo II

De 7:00 am – 7:15 am: Entrega de materiales didácticos y lista de asistencia.

De 7:15 am – 8:15 am: Primer tema: Proceso de Tratamiento del Agua y Muestreo.

De 8:15 am – 8:30 am: Sesión de preguntas y respuestas.

De 8:30 am– 9:00 am: Receso.

De 9:00 am – 9:45 am: Segundo tema: Puntos Críticos de Control Durante el Proceso de Potabilización

De 9:45 am – 10:00 am: Sesión de preguntas y respuesta. Entrega de certificados.

4.9 Instrumentos

Se le aplicará un post test al personal capacitado, el mismo consiste en una prueba que se le aplicará a quienes reciben la capacitación, permite evaluar si el mensaje ha sido captado.

4.10 Material didáctico

Se utilizarán materiales como: Libreta de campo, lápiz, proyector, material impreso, borrador, computadora, pantalla, folder, grabadora, cámara fotográfica, otras.

CHARLA EDUCATIVA SANITARIA

PLAN DE CHARLA

TEMA: Impacto a la Salud por la Ingestión de Agua Potable Contaminada

GRUPO: Colaboradores de la Planta Potabilizadora de Macaracas.

FECHA: **HORA:** 7:00 am **TIEMPO:** De 7:00 am – 10:00 am.

LUGAR: Planta Potabilizadora **RESPONSABLE:** María C. González F.

OBJETIVO GENERAL: Orientar a los operadores de la planta potabilizadora de Macaracas sobre los impactos negativos a la salud humana al consumir agua no potable.

Objetivos Específicos	Contenido	Técnicas	Recurso didáctico	Evaluación	Bibliografía
Identificar los aspectos ambientales que afectan a las fuentes hídricas antes de la toma de la potabilizadora.	Importancia de la presencia de factores contaminantes en las fuentes hídricas	Expositiva Participativa Descriptiva	Proyector Laptop Folder Lápiz Hojas Material impreso	Post-test	(Miriam Janet Gil, 2012)
Describir las enfermedades que pueden presentar los consumidores de la región por consumir agua no potable.	Impacto a la salud humana al ingerir agua no potable	Explicativa Educativa Participativa	Proyector Laptop Folder Lápiz Hojas Material impreso	Post-test	(Aguilera, s.f)

Desarrollo del Contenido

1. Fuentes de Contaminación de Recursos Hídricos (ríos).

Las fuentes hídricas pueden verse afectada por actividades que generan contaminación como: el vertido de excretas y cadáveres de animales, por el

vertido de aguas residuales sin tratar, actividades agrícolas con el uso de agroquímicos, arrojar basuras y materia orgánica.

2. Enfermedades por Consumir Agua no Potable en el Ser Humano.

Existen gran cantidad de enfermedades de origen hídrico producidas por microorganismos como: Bacterias, virus y parásitos. Estos microorganismos en el agua tienen una vía perfecta de transmisión, debido a esto son considerados como indicadores ideales de contaminación.

Enfermedades de origen bacteriano: Fiebres tifoideas y paratifoideas, Disentería bacilar, Cólera Vibrio, Gastroenteritis agudas y diarreas.

Enfermedades de origen vírico: Hepatitis A y E, Poliomeilitis, Gastroenteritis agudas y diarreas.

Enfermedades de origen parasitario: Disentería amebiana, Gastroenteritis.

De lo anterior la fuente (cidbimena, s.f, págs. 1-7), sustenta que el agua destinada al consumo humano, a la preparación de los alimentos o a la higiene personal, no debe contener ningún microorganismo patógeno para el hombre.

3. Métodos de Prevención para Enfermedades de Origen Hídrico.

La desinfección del agua garantiza la prevención de enfermedades, este tratamiento debe aplicarse prioritariamente cuando el agua está contaminada, o cuando no se puede garantizar su potabilidad natural de forma permanente. La desinfección del agua se puede conseguir por diversos medios físicos o químicos como: Ebullición, filtración, rayos ultravioletas y cloración (cidbimena, s.f).

4. Concientización de los operadores.

Es importante plasmar en los operadores de la planta que cada etapa del tratamiento supone un obstáculo a la transmisión de las infecciones de origen hídrico. Los tratamientos previos a la desinfección final deberían ser por sí mismos capaces de producir un agua de buena calidad microbiológica, constituyendo así esta última desinfección una barrera de seguridad.

todo el proceso de sedimentación, cloración y filtrado para luego ser mandada hacia los hogares a través de un sistema de distribución acompañada de tuberías.

6. Puntos Críticos del Proceso.

Cada etapa del tratamiento tiene una meta específica relacionada con algún tipo de contaminante, una planta de tratamiento debe operar continuamente, aún con alguno de sus componentes en mantenimiento; por eso es necesario como mínimo dos unidades para cada proceso de la planta.

CAPÍTULO V

CAPÍTULO V. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

Una vez aplicados los instrumentos de recolección de datos para recabar información de la problemática planteada con relación a la posible contaminación del agua procedente de la planta potabilizadora en Macaracas, se procedió a realizar el tratamiento correspondiente para análisis de los mismos y así obtener un panorama más claro, para llegar a una conclusión. Por consiguiente, la percepción que se obtenga de la comunidad será de valiosa información. De acuerdo con los datos obtenidos, con el fin de valorar la importancia de la calidad e inocuidad del agua potable de la región, es necesario que se cumpla con los parámetros de calidad el cual garantizaría la seguridad alimentaria y la presencia de enfermedades por contaminación del agua en la población.

Lo anterior se puede complementar con la entrevista realizada al Ingeniero Alexis De La Cruz, el cual manifiesta lo siguiente:

- A nivel regional en los dos últimos años se han presentado estadísticas de E. Coli y Coliformes, siendo un problema en cuanto a los resultados de estudios microbiológicos del agua potable.
- En el Ministerio de Salud se realizan pruebas microbiológicas como: Pruebas de E. Coli, Coliforme y enterobacterias, utilizando la técnica de Membrana filtrante, tiras de sulfuro de hidrogeno para áreas rurales y la técnica de Colilert de alta sensibilidad para los coliformes.
- Respecto a los valores que plantea la normativa de calidad de agua potable DGNTI- COPANIT 23-395-99 se han obtenidos resultados fuera de la limitante.
- De acuerdo con la resolución 507, se debe tener una repetición de análisis según los parámetros. Por lo que para realizar análisis microbiológicos depende del tamaño de la población, por ejemplo, para

menos de 500 personas se exige cuatro muestras mensuales. Para los análisis rutinarios de microbiología es conveniente que se den con muchas más frecuencias, ya que, de las características físicas, químicas y biológicas, se considera la biológica como la más cambiante.

- El Minsa solo realiza pruebas básicas del agua, plantea que solo son análisis microbiológicos y físico-químicos básicos. En ocasiones se les ha solicitado análisis especiales de toxicidad de plaguicidas, pero no cuentan con la capacidad analítica, ya que estos son realizados por laboratorios especiales de investigación como: Instituto Especializado de Análisis o La Universidad Tecnológica de Panamá que tienen la capacidad.
- Los factores que pueden estar afectando la calidad del agua potable en estos dos últimos años, son: El poco mantenimiento en el acueducto, ausencia de cloración en las aguas (siendo este un factor clave para dar resultados de presencia microbiológica y mala calidad del agua), poco mantenimiento y procesos en los sistemas de filtración del agua, la turbidez que puede ser un indicador de la variabilidad de la calidad física - organoléptica e influenciar en la calidad microbiológica del agua.
- Los problemas de salud en la comunidad de Macaracas relacionados con el sistema digestivo, no son señalados directamente con la calidad del agua, ya que los datos son crudos, están a nivel de distritos, pero de acuerdo con las evaluaciones que se han hecho mensualmente a través de los años según la calidad del agua se han encontrado valores no aceptables de acuerdo con la norma y se tiende a relacionar con los casos de diarrea que se atienden en la población.
- El Departamento de la Calidad del Agua lleva un control estadístico del número de muestras tomadas, análisis físico-químicos y microbiológicas, muestras satisfactorias y no satisfactorias en la planta potabilizadora.
- Dentro de las soluciones como encargado del área planteó que lo más importante es la educación, además los proyectos de acueductos rurales y para resaltar la importancia que tiene la calidad del agua, la comunidad

debe estar concientizada de que es calidad del agua para esto se debe empezar por la promoción de la salud, educación de la salud, para que las personas vayan comprendiendo la importancia del manejo adecuado, el mantenimiento de los acueductos rurales y de la calidad del agua.

- El Ministerio de Salud ha tenido intervenciones en cuanto a estrategias de educación, principalmente cuentan con un componente que se llama “Promoción de la Salud” que lideriza la parte de concientización y educación en cuanto a calidad del agua. Las intervenciones se han realizado a través del IZAPA, Proyecto de Salud Rural, Banco Mundial. Capacitando a miembros de las juntas de acueductos rurales. Una de las fallas está en que se realiza la capacitación, pero no se le da continuidad y se señala que debe tener continuidad debido a que los proyectos van cambiando y debemos actualizarnos en cuanto a conocimientos.

Conocer la problemática en relación con el estado microbiológico del agua será de vital importancia para saber la calidad en la planta potabilizadora que abastece a la comunidad de Macaracas Cabecera, Provincia de Los Santos.

A través de este estudio se podrá evaluar los resultados positivos, negativos o ambos a la vez que se puedan determinar las razones por la cual se presenta. Dicho de otra manera, los resultados obtenidos serán indicadores de lo adecuado o inadecuado respecto al funcionamiento de la planta potabilizadora en cuanto al abastecimiento de agua y saneamiento.

5.1 Resultados de las Pruebas Físico-químicas

Cuadro N°4. Pruebas de Temperatura, pH y Densidad.

N° de muestra	Temperatura	pH	Densidad g/ml
1	4°C	8.29	1.02
2	4°C	7.11	0.99
3	4°C	7.20	0.99

4	6°C	8.01	0.55
5	4°C	6.46	1.01
6	6°C	8.00	0.55
7	4°C	8.01	1.01
8	4°C	8.23	1.01
9	4°C	8.28	1.02
10	4°C	8.04	1.02
11	4°C	6.36	0.55
12	4°C	8.06	0.55
13	4°C	8.14	1.02
14	6°C	7.89	0.55
15	4°C	6.34	1.01
16	4°C	8.15	1.02
17	4°C	8.22	1.01
18	4°C	8.15	1.01
19	6°C	8.04	0.55
20	4°C	8.29	1.02
21	4°C	6.12	1.01
22	4°C	8.16	1.01
23	4°C	6.65	1.01
24	4°C	6.40	1.01
25	4°C	7.78	1.00
26	4°C	7.73	1.00
27	4°C	8.22	1.02
28	6°C	7.91	0.66
29	4°C	8.16	1.02
30	4°C	7.73	1.00
31	4°C	8.09	1.02
32	4°C	6.52	1.02
33	4°C	7.77	1.00
34	4°C	6.52	0.55
35	4°C	7.69	1.00
36	4°C	8.21	1.02
37	4°C	8.09	1.02
38	4°C	6.55	1.00
39	4°C	8.05	1.02
40	4°C	6.51	1.01
41	4°C	8.24	1.01
42	4°C	6.47	1.01
43	4°C	6.42	1.00
44	4°C	8.16	1.01
45	4°C	8.21	1.01
46	4°C	8.22	1.01

47	4°C	8.00	1.02
48	4°C	6.33	1.00
49	5°C	8.03	0.99
50	4°C	8.34	1.08

Fuente: María C. González F. Licenciatura Seguridad Alimentaria Nutricional. UDELAS Los Santos, 2020.

La normativa de calidad del agua en Panamá sustenta que las muestras de agua para análisis deben guardar una temperatura entre 4°C – 6°C, ya que temperaturas mayores son propensas a la multiplicación de microorganismos (RILSAV, 2010, págs. 1-5). Las muestras en estudio guardaron una temperatura dentro del rango estipulado.

Las pruebas de pH para el agua según la normativa DGNTI- COPANIT 23-395-99 deben estar en un rango de potencial de Hidrogeno entre 6.5 – 8.5, por lo que se puede apreciar que las muestras 5, 11, 15, 21, 42, 43 y 48 muestras un pH un poco bajo, mientras que el resto se encuentra dentro del rango planteado por la norma.

La relación de la densidad y la temperatura, si la última se encuentra elevada, abra mayor velocidad, movimiento y separación de las moléculas, por lo que tendrán una menor densidad (Experimentos Cientificos, s.f). Sin embargo, desde el punto respecto a las muestras analizadas la 4,6,11,12,14,19,28,34 se encuentran un poco bajas ya que presentan una temperatura más alta.

Cuadro N°5. Análisis de Color, Olor, Turbidez, Partículas Suspendidas y Sedimentación del Agua.

Muestra	Color	Olor	Turbidez	Partículas	Sedimento
1	Amarillo	Sin olor	Mucha	+	+
2	Transparente	Sin olor	Clara	+	-
3	Transparente	Sin olor	Clara	-	-
4	Ligeramente amarillo	-	Mucha	+	+
5	Amarillo	-	Mucha	+	+
6	Ligeramente amarillo	-	Poca	-	+
7	Amarillo claro	-	Poca	+	+

8	Ligeramente amarillo	-	Mucha	+	+
9	Transparente	-	Clara	-	-
10	Transparente	Fuerte a químico	Clara	-	-
11	Transparente	Ligero a químico	Clara	-	-
12	Ligeramente amarillo	-	Poca	+	+
13	Transparente	-	Clara	-	-
14	Ligeramente amarillo	Ligero a químico	Poca	+	+
15	Ligeramente amarillo	-	Poca	+	+
16	Ligeramente amarillo	-	Poca	+	+
17	Transparente	-	Clara	-	-
18	Ligeramente amarillo	-	Poca	+	+
19	Ligeramente amarillo	Ligero a químico	Poca	-	+
20	Ligeramente amarillo	Ligero a químico	Mucha	+	+
21	Amarillo turbio	-	Mucha	+	+
22	Transparente	-	Clara	-	-
23	Transparente	-	Clara	-	-
24	Amarillo claro	Químico	Poca	+	+
25	Transparente	-	Clara	-	-
26	Ligeramente amarillo	-	Poca	+	+
27	Amarillo claro	Ligero a químico	Mucha	-	+
28	Ligeramente amarillo	-	Poca	+	+
29	Amarillo	Ligero a químico	Mucha	-	+
30	Amarillo turbio	Ligero a químico	Mucha	+	+
31	Ligeramente amarillo	Químico	Poca	-	+
32	Ligeramente amarillo	Químico	Poca	-	+

33	Amarillo turbio	Ligero a químico	Mucha	+	+
34	Transparente	-	Clara	-	-
35	Amarillo turbio	-	Mucha	+	+
36	Ligeramente amarillo	Ligero a químico	Poca	-	+
37	Transparente	Fuerte a químico	Clara	-	-
38	Transparente	Ligero a químico	Clara	-	-
39	Transparente	-	Clara	-	-
40	Ligeramente amarillo	Fuerte a químico	Mucha	+	+
41	Ligeramente amarillo	-	Poca	-	+
42	Transparente	-	Clara	-	-
43	Transparente	Fuerte a químico	Clara	-	-
44	Transparente	-	Clara	-	-
45	Amarillo	Fuerte a químico	Mucha	-	+
46	Ligeramente amarillo	Fuerte a químico	Poca	+	+
47	Transparente	Químico	Clara	-	-
48	Ligeramente amarillo	-	Mucha	+	+
49	Transparente	-	Clara	-	-
50	Transparente	-	Clara	-	-

Fuente: María C. González F. Licenciatura Seguridad Alimentaria Nutricional. UDELAS Los Santos, 2020.

El color del agua debe ser incolora, pero cuando se torna de amarillo a pardo es debido a la presencia de formas solubles de hierro y manganeso (Ambientum, s.f). Las muestras analizadas en el laboratorio arrojaron que el 40% de las muestras tenían color transparente, mientras que el 60% se tornaron de un color amarillo, ligeramente amarillo y amarillo turbio.

El 40% de las muestras presentaron olor a químico, mientras que el 60% restante no olía a nada.

La turbidez es uno de los parámetros más importantes para definir la calidad del agua potable. El agua turbia no solo resulta negativa en cuanto a estética, sino que es un indicativo de existir posible contaminación microbiológica, compuestos tóxicos y además mayor dificultad en el proceso de desinfección (Baños, 2018). Con relación a la turbidez las muestras en estudio presentan el 60% con turbidez y el 40% resultaron claras.

Los sedimentos son arena, arcilla, limo y otras partículas disueltas que se depositan en el fondo del agua en forma de masa. La sedimentación puede ocurrir por la erosión del suelo o también por la descomposición de plantas y animales. La presencia de sedimentación hace más costoso el tratamiento del agua potable y causan olor y sabor en el agua (Council, s.f). El 60% de las muestras arrojaron sedimentación positiva, mientras que el 40% no presentó sedimentación.

Los sólidos en suspensión o partículas suspendidas pueden ser de origen orgánico (animales o plantas) e inorgánico (mineral).

Los sólidos en suspensión poseen un papel importante como contaminantes, puesto que la materia orgánica o inorgánica que los forman y también los agentes patógenos que se alojan en la superficie de las partículas, estas partículas deben ser atrapadas por el filtro y de esta manera obtener agua limpia y pura (S.A.S., s.f). En cuanto a la presencia de partículas en las muestras analizadas se pudo determinar que el 44% posee partículas en suspensión y el 56% restante no contaba con la presencia de las mismas.

5.1.1 Pruebas Confirmativas o de Valides

Determinación de la Concentración de Cloro Libre Residual, pH y Alcalinidad en las Diferentes muestras.

El cloro residual posee las características de ser un fuerte oxidante, capaz de destruir bacterias y compuestos que causan malos sabores en el agua, por otro lado, el incumplimiento con la norma no califica al agua como apta para el consumo humano (Agua, s.f).

Los resultados obtenidos a través del kit AquaChek son los presentados en el siguiente cuadro:

Cuadro N°6. Determinación del Cloro Libre Residual, pH y Alcalinidad.

CONCENTRACION DE CLORO, pH Y ALCALINIDAD							
Muestra	Cloro	pH	Alcalinidad	Muestra	Cloro	pH	Alcalinidad
1	0	7.2	80	26	0	7.8	40
2	0	7.2	40	27	0	7.2	40
3	0	7.8	40	28	0	7.2	80
4	0	6.8	40	29	0	7.8	40
5	0	7.2	80	30	0	7.8	40
6	0	7.8	40	31	0	7.2	40
7	0	7.8	40	32	0	7.8	40
8	0	6.8	40	33	0	7.8	40
9	0	7.8	40	34	0	6.8	40
10	0	7.8	40	35	0	7.2	40
11	0	7.2	40	36	0	7.8	40
12	0	7.8	40	37	0	7.2	40
13	0	6.8	40	38	0	7.2	80
14	0	7.2	40	39	0	7.8	40
15	0	7.8	40	40	0	7.8	40
16	0	7.8	40	41	0	7.8	40
17	0	7.2	40	42	0	7.8	40
18	0	7.8	40	43	0	7.8	40
19	0	7.8	40	44	0	6.8	40
20	0	7.2	40	45	0	7.2	40
21	0	6.8	40	46	0	7.8	40
22	0	6.8	40	47	0	7.2	40
23	0	7.8	40	48	0	7.2	40
24	0	7.8	40	49	0	6.8	40
25	0	7.8	80	50	0	7.2	40

Fuente: María C. González F. Licenciatura Seguridad Alimentaria Nutricional. UDELAS Los Santos, 2020

En la realización de estas pruebas confirmatorias se pudo determinar nuevamente el pH de las muestras, las mismas arrojaron un resultado dentro del rango que determina la normativa nacional DGNTY COPANIT 23-395-99.

Pérez-López, (2016) de acuerdo con la teoría consultada la alcalinidad en agua potable debe estar en un rango de 50- 200 mg/l CaCO₃. Aunque la norma

panameña indica hasta 120 mg/l. Se observan que los resultados del total de las muestras están dentro de la norma, sin embargo, tomando la referencia de la bibliografía consultada se puede determinar que las muestras 1, 5, 25, 28 y 38 se encuentran dentro del rango marcando 80 mg/l. Mientras que el resto de las muestras marcan 40 mg/l siendo un límite inferior.

Con respecto a la cantidad de Cloro Residual se observa que los datos obtenidos de las muestras marcan un rango nulo por debajo de la normativa panameña que es de 0.8 – 1.5 mg/l. Por lo que para esta investigación es de carácter preocupante debido a que al comparar este factor químico con el crecimiento de microorganismos se nota claramente que, si hay presencia de bacterias y parásitos, por consiguiente la función principal del cloro según la Organización Mundial de la Salud “la desinfección con cloro es efectivo para garantizar el agua microbiológicamente potable” (Cloro.info, 2018).

5.2 Resultados de Microbiología

El agua es una biomolécula de vital importancia para el ser humano, ya que sin ella no existiría la vida sobre la tierra. El agua para consumo humano debe reunir los requisitos indispensables que estipulan las normativas panameñas para ser consumidas. De lo anterior se considera como medio fundamental para que se realicen diferentes reacciones tanto bioquímicas como físicas y químicas. Es por ello que el ser humano requiere de un aporte diario de unos 2 litros de agua para compensar la pérdida de orina, la expulsión a través de la sudoración de la piel, así como también otros intercambios en los diferentes sistemas que conforman el cuerpo humano.

Para evitar que toda una comunidad pueda intoxicarse o padecer de infecciones se tiene que vigilar continuamente este factor de riesgo desde el punto de vista

de la salud humana. Es por ello que es un vehículo que transporta agentes patógenos y otras partículas físicas que pueden ser causa de enfermedades en el ser humano.

El control de calidad del agua potable antes, durante y después del proceso pueden ser prioritario para las instituciones públicas encargadas de su seguimiento, en la que un factor indispensable es mantener una desinfección y condiciones inocuas en la distribución a las comunidades rurales, las cuales a lo largo de este estudio se ha podido observar y confirmar algunas alteraciones que pueden llevar a dudar como se están realizando los procesos de potabilización y vías o canales adecuados para la distribución.

En el corregimiento de Macaracas, provincia de Los Santos, se han venido observando diferentes problemas como: abastecimiento de agua, calidad para su consumo debido a la insuficiencia en los sistemas de distribución el cual afecta principalmente a estas comunidades. Es por ello que en el presente estudio se trata de evaluar la calidad del agua potable.

Las muestras fueron recolectadas en vasos estériles con capacidad de 100 ml; el cual para la toma se deja correr el agua del grifo durante 5 minutos para luego llenar el recipiente estéril. Todas las muestras se mantienen a 4 °C en hielo, hasta dirigirse al laboratorio de la Universidad Especializada de las Américas (UDELAS) para realizar los análisis de interés principalmente el microbiológico. Para realizar los análisis se siguieron las normas de DGNTI- COPANIT 23-395-99.

5.2.1 Preparación de las muestras y técnicas utilizadas

Todas las muestras fueron homogenizadas a través de la técnica de agitación, no utilizando diluciones para el caso de coliformes totales y fecales.

Para los coliformes totales y fecales se utilizó el método del Número Mas Probable el cual proporciona una idea o estimación de la cantidad microbiana presente. Debido a que las bacterias coliformes fermentan la lactosa estas pueden ser incubadas a $35 \pm 1^{\circ}\text{C}$ (coliformes totales) o 44.5°C (Coliformes Fecales) en un tiempo de 24 a 48 horas, dando como resultados la producción de ácidos y gas, lo cual se manifiesta en la incubadora (Anacleto Félix- Fuentes).

Los medios de cultivos utilizados durante este experimento en primer lugar fue Agar de Mac-Conkey el cual contiene lactosa y un indicador de pH (rojo neutro) que vira a rosado intenso y a pH ácido cuando la lactosa es fermentada (Gil, s.f). En segundo lugar, se utilizó Agar Nutritivo para la determinación de los Coliformes totales.

De acuerdo con los resultados obtenidos se podrán comprobar las hipótesis planteadas en esta investigación. Es por ello que al observar la presencia bacteriana en las muestras de agua tanto en la planta potabilizadora como en las residencias se realizaron a través de las observaciones macroscópicas en la que las colonias se manifestaron de manera visible estudiando sus diferentes características, las mismas nos ayudaron a la identificación. Dentro de los aspectos físico se pudieron observar los tamaños, presencia de brillo, color, forma, sus bordes como: lisos, ondulados, redondos, ramificados.

5.2.2 Observación Macroscópica

El Conteo Macroscópico de las colonias arrojó el siguiente resultado.

Cuadro N°7. Coliformes Totales en la Planta Potabilizadora del Corregimiento de Macaracas.

Cuadro N° 7 Resultados de Coliformes Totales (NMP 100ml) en la Potabilizadora de Macaracas,								
Provincia de Los Santos (Panamá)								
	Lugar	Fecha	Hora	VMP	UFC	Cumplimiento	Color	Fermentación
Muestra 1	Fuente de agua cruda Rio Estivaná	23-10-2019	9:20 a.m.	3	10	No	Crema	Negativa
Muestra 2	Agua en Tratamiento en la Planta	06/11/2019	01:46 p.m.	3	10	No	Amarillo Claro	Negativa
Muestra 3	Sistema de Distribución	06/11/2019	01: 49 p.m.	3	4	No	Crema	Negativa

Fuente: María C. González F. Licenciatura Seguridad Alimentaria Nutricional. UDELAS Los Santos, 2020.

De acuerdo con los resultados del cuadro N°7 se observan que el análisis microbiológico revela la presencia de microorganismos como los Coliformes Totales en las diferentes muestras arriba de la normativa DGNTI- COPANIT 23-395-99. Esto indica que tanto en el recibo de las fuentes de agua, durante el proceso y en el punto de distribución se tienen que tomar medidas más drásticas para minimizar la presencia de los mismos. Estos resultados se pueden cotejar con las respuestas brindadas por De La Cruz en cuanto a algunos casos presentados en los centros de salud por diarreas.

Cuadro N°8. Coliformes Fecales en la Planta Potabilizadora del Corregimiento de Macaracas.

Cuadro N°8 Resultados de Coliformes Fecales (NMP 100ml) en la Potabilizadora de Macaracas,								
Provincia de Los Santos (Panamá)								
	Lugar	Fecha	Hora	VMP	UFC / ml	Cumplimiento	Color	Fermentación
Muestra 1	Fuente de Agua Cruda Rio Estivaná	23-10-2019	09:20 a.m.	0	5	No	Rojo	Negativa
Muestra 2	Agua en Tratamiento en la Planta	06/11/2019	01:46 p.m.	0	3	No	Rojo	Negativa
Muestra 3	Sistema de Distribución	06/11/2019	01: 49 p.m.	0	1	No	Rojo	Negativa

Fuente: María C. González F. Licenciatura Seguridad Alimentaria Nutricional. UDELAS Los Santos, 2020.

El análisis del cuadro N°8 refleja la presencia de Coliformes Fecales por encima de la Normativa Panameña marcando un índice de contaminación en los tres puntos de la planta potabilizadora. Esta situación puede representar presencia

de animales muertos, excrementos, así como también desechos orgánicos, las causas de contaminación fecal puede ser debido a la falta de mantenimiento en los filtros, ya que permite la acumulación de bacterias en las tuberías o membranas de filtración (Arriaza, 2015).

Cuadro N°9 Resultados de Coliformes Totales en las residencias de la Comunidad de Macaracas.

Cuadro N°9 Resultados de Coliformes Totales (NMP 100ml) en los Hogares de la Comunidad de Macaracas, Provincia de Los Santos (Panamá)								
	Barriada	Fecha	Hora	VMP	UFC / ml	Cumplimiento	Color del Medio	Fermentación
Muestra 4	El Estacón	23-10-2019	09:48 a.m	0	15	No	Chocolate	Negativa
Muestra 5	El Estacón	23-10-2019	09:51 a.m	0	16	No	Amarillo Claro	Negativa
Muestra 6	El Estacón	23-10-2019	09:54 a.m	0	20	No	Amarillo Claro	Negativa
Muestra 7	El Estacón	23-10-2019	10:05 a.m	0	14	No	Amarillo Claro	Negativa
Muestra 8	El Estacón	23-10-2019	10:10 a.m	0	9	No	Marrón	Negativa
Muestra 9	El Estacón	23-10-2019	10:12 a.m	0	15	No	Amarillo Claro	Negativa
Muestra 10	El Nazareno	23-10-2019	10:18 a.m	0	14	No	Amarillo Claro	Negativa
Muestra 11	El Nazareno	23-10-2019	10:21 a.m	0	13	No	Amarillo Claro	Negativa
Muestra 12	El Guabo	23-10-2019	10:26 a.m	0	10	No	Amarillo Claro	Negativa
Muestra 13	El Guabo	23-10-2019	10:28 a.m	0	14	No	Marrón	Negativa
Muestra 14	El Guabo	23-10-2019	10:30 a.m	0	14	No	Marrón	Negativa
Muestra 15	El Guabo	23-10-2019	10:33 a.m	0	13	No	Chocolate	Negativa
Muestra 16	El Guabo	23-10-2019	10:35 a.m	0	17	No	Amarillo Claro	Negativa
Muestra 17	El Guabo	23-10-2019	10:37 a.m	0	11	No	Amarillo Claro	Negativa
Muestra 18	El Coco	23-10-2019	10:49 a.m	0	19	No	Chocolate	Negativa
Muestra 19	El Coco	23-10-2019	10:51 a.m	0	20	No	Chocolate	Negativa
Muestra 20	El Coco	23-10-2019	10:53 a.m	0	15	No	Amarillo Claro	Negativa
Muestra 21	El Coco	23-10-2019	10:54 a.m	0	20	No	Amarillo Claro	Negativa
Muestra 22	El Coco	23-10-2019	10:58 a.m	0	18	No	Amarillo Claro	Negativa
Muestra 23	El Coco	23-10-2019	11:00 a.m	0	13	No	Chocolate	Negativa
Muestra 24	El Coco	23-10-2019	11:04 a.m	0	7	No	Amarillo Claro	Negativa
Muestra 25	Calle Central	23-10-2019	11:10 a.m	0	12	No	Marrón	Negativa
Muestra 26	Calle Central	23-10-2019	11:13 a.m	0	14	No	Chocolate	Negativa
Muestra 27	Calle Central	23-10-2019	11:16 a.m	0	14	No	Chocolate	Negativa
Muestra 28	Calle Central	23-10-2019	11:17 a.m	0	20	No	Amarillo Claro	Negativa
Muestra 29	Calle Central	23-10-2019	11:19 a.m	0	11	No	Amarillo Claro	Negativa
Muestra 30	Calle Central	23-10-2019	11:26 a.m	0	8	No	Amarillo Claro	Negativa
Muestra 31	Bella Vista	23-10-2019	01:03 p.m	0	29	No	Chocolate	Negativa
Muestra 32	Bella Vista	23-10-2019	01:07 p.m	0	13	No	Chocolate	Negativa
Muestra 33	Bella Vista	23-10-2019	01:11 p.m	0	4	No	Amarillo Claro	Negativa
Muestra 34	Bella Vista	23-10-2019	01:13 p.m	0	14	No	Chocolate	Negativa
Muestra 35	Bella Vista	23-10-2019	01:16 p.m	0	4	No	Amarillo Claro	Negativa
Muestra 36	Bella Vista	23-10-2019	01:19 p.m	0	19	No	Chocolate	Negativa
Muestra 37	Bella Vista	23-10-2019	01:23 p.m	0	14	No	Amarillo Claro	Negativa
Muestra 38	Bella Vista	23-10-2019	01:27 p.m	0	22	No	Chocolate	Negativa
Muestra 39	Bella Vista	23-10-2019	01:31 p.m	0	10	No	Chocolate	Negativa
Muestra 40	Bella Vista	23-10-2019	01:33 p.m	0	7	No	Chocolate	Negativa
Muestra 41	Bella Vista	23-10-2019	01:36 p.m	0	8	No	Marrón	Negativa
Muestra 42	Bella Vista	23-10-2019	01:38 p.m	0	19	No	Amarillo Claro	Negativa
Muestra 43	Bella Vista	23-10-2019	01:41 p.m	0	19	No	Chocolate	Negativa
Muestra 44	Bella Vista	23-10-2019	01:44 p.m	0	16	No	Chocolate	Negativa
Muestra 45	Bella Vista	23-10-2019	02:05 p.m	0	3	No	Amarillo Claro	Negativa

Fuente: María C. González F. Licenciatura Seguridad Alimentaria Nutricional. UDELAS Los Santos, 2020. El cuadro muestra la presencia de microorganismos en las residencias en cantidades fuera de la normativa del agua DGNTI-COPANIT 23-395-99. Nuevamente se ratifica lo mencionado anteriormente que esto ocurre cuando se

da un deficiente mantenimiento en los sistemas de filtración, dando lugar a la acumulación de bacterias en las membranas de filtración y tuberías (Arriaza, 2015).

Cuadro N°10. Resultados de Coliformes Fecales en las residencias de la Comunidad de Macaracas.

Cuadro N°10 Resultados de Coliformes Fecales (NMP 100ml) en los hogares de la Comunidad de Macaracas Provincia de Los Santos (Panamá)							
Barriada	Fecha	Hora	VMP	UFC / m	Cumplimiento	Color del Medio	Fermentación
El Estacón	23-10-2019	09:48 a.m	0	0	Si	Rojo	Negativa
El Estacón	23-10-2019	09:51 a.m	0	0	Si	Rojo	Negativa
El Estacón	23-10-2019	09:54 a.m	0	0	No	Rojo oscuro	Negativa
El Estacón	23-10-2019	10:05 a.m	0	0	Si	Rojo	Negativa
El Estacón	23-10-2019	10:10 a.m	0	0	Si	Rojo	Negativa
El Estacón	23-10-2019	10:12 a.m	0	0	Si	Rojo	Negativa
El Nazareno	23-10-2019	10:18 a.m	0	0	Si	Rojo	Negativa
El Nazareno	23-10-2019	10:21 a.m	0	0	Si	Rojo	Negativa
El Guabo	23-10-2019	10:26 a.m	0	0	No	Rosado	Negativa
El Guabo	23-10-2019	10:28 a.m	0	0	Si	Rojo	Negativa
El Guabo	23-10-2019	10:30 a.m	0	0	No	Rosado	Negativa
El Guabo	23-10-2019	10:33 a.m	0	0	No	Rosado	Negativa
El Guabo	23-10-2019	10:35 a.m	0	0	Si	Rojo	Negativa
El Guabo	23-10-2019	10:37 a.m	0	1	No	Rosado	Negativa
El Coco	23-10-2019	10:49 a.m	0	0	No	Rosado	Negativa
El Coco	23-10-2019	10:51 a.m	0	0	No	Rojo oscuro	Negativa
El Coco	23-10-2019	10:53 a.m	0	0	Si	Rojo	Negativa
El Coco	23-10-2019	10:54 a.m	0	0	No	Rojo oscuro	Negativa
El Coco	23-10-2019	10:58 a.m	0	0	Si	Rojo	Negativa
El Coco	23-10-2019	11:00 a.m	0	0	Si	Rojo	Negativa
El Coco	23-10-2019	11:04 a.m	0	0	No	Rojo oscuro	Positiva
Calle Central	23-10-2019	11:10 a.m	0	0	No	Rosado	Negativa
Calle Central	23-10-2019	11:13 a.m	0	0	Si	Rojo	Negativa
Calle Central	23-10-2019	11:16 a.m	0	0	No	Rosado	Negativa
Calle Central	23-10-2019	11:17 a.m	0	0	Si	Rojo	Negativa
Calle Central	23-10-2019	11:19 a.m	0	0	No	Rosado	Negativa
Calle Central	23-10-2019	11:26 a.m	0	0	Si	Rojo	Negativa
Bella Vista	23-10-2019	01:03 p.m	0	0	Si	Rojo	Negativa
Bella Vista	23-10-2019	01:07 p.m	0	0	Si	Rojo	Negativa
Bella Vista	23-10-2019	01:11 p.m	0	0	No	Rojo oscuro	Positiva
Bella Vista	23-10-2019	01:13 p.m	0	0	No	Rosado	Negativa
Bella Vista	23-10-2019	01:16 p.m	0	0	Si	Rojo	Negativa
Bella Vista	23-10-2019	01:19 p.m	0	0	No	Rosado	Negativa
Bella Vista	23-10-2019	01:23 p.m	0	0	No	Rosado	Negativa
Bella Vista	23-10-2019	01:27 p.m	0	1	No	Rosado	Negativa
Bella Vista	23-10-2019	01:31 p.m	0	0	Si	Rojo	Negativa
Bella Vista	23-10-2019	01:33 p.m	0	0	No	Rojo oscuro	Positivo
Bella Vista	23-10-2019	01:36 p.m	0	0	Si	Rojo	Negativa

Bella Vista	23-10-2019	01:38 p.m	0	0	Si	Rojo	Negativa
Bella Vista	23-10-2019	01:41 p.m	0	0	No	Rosado	Negativa
Bella Vista	23-10-2019	01:44 p.m	0	0	Si	Rojo	Negativa
Bella Vista	23-10-2019	02:05 p.m	0	0	Si	Rojo	Negativa
Bella Vista	23-10-2019	02:08 p.m	0	0	Si	Rojo	Negativa
Bella Vista	23-10-2019	02:18 p.m	0	0	No	Rosado	Negativa
Bella Vista	23-10-2019	02:20 p.m	0	0	Si	Rojo	Negativa
Bella Vista	23-10-2019	02:26 p.m	0	0	No	Rosado	Negativa
Bella Vista	23-10-2019	02:32 p.m	0	0	Si	Rojo	Negativa

Fuente: María C. González F. Licenciatura Seguridad Alimentaria Nutricional. UDELAS Los Santos, 2020.

En el cuadro N°10 de Coliformes Fecales correspondiente a las tomas de muestras en las residencias de la comunidad de Macaracas, revela que resultaron con crecimiento de bacterias Coliformes Fecales: Nueve (9) muestras de la barriada Bella Vista, tres (3) de Calle Central, cuatro (4) de El Coco, cuatro (4) de El Guabo y una (1) de El Estacón. Las muestras con Coliformes Fecales presentaron fermentación de la lactosa, por lo que se da un cambio de color en el cultivo rojo neutro (britanialab.com, s.f, págs. 1-2).

5.2.3 Observación Microscópica

Con respecto a la observación microscópica la misma se pudo realizar a través del microscopio electrónico y la utilización de la Tinción de Gram; la cual es una tinción muy utilizada que distingue a las bacterias por la característica de la pared celular, observándose los contrastes entre las bacterias Gram + y Gram – en un aumento de 40x con la utilización de aceite de inmersión.

De lo anterior se presentan los resultados observados de las muestras utilizadas para esta investigación.

Cuadro N° 11. Bacterias Gram Positivas y Gram Negativas.

CONTEO BACTERIANO					
Muestra	Bacterias Gram+	Bacterias Gram-	Muestra	Bacterias Gram+	Bacterias Gram-
Muestra 2	+	-	Muestra 20	+	+
Muestra 3	+	-	Muestra 21	-	-
Muestra 4	-	-	Muestra 22	-	-
Muestra 5	-	-	Muestra 23	-	-
Muestra 6	-	-	Muestra 24	-	-
Muestra 7	+	+	Muestra 30	-	-
Muestra 8	-	-	Muestra 31	-	-
Muestra 9	-	-	Muestra 33	-	-
Muestra 10	-	-	Muestra 34	-	-
Muestra 11	-	-	Muestra 35	-	-

Muestra 12	-	-	Muestra 36	+	-
Muestra 13	-	-	Muestra 38	-	-
Muestra 14	+	-	Muestra 39	-	-
Muestra 15	-	-	Muestra 40	-	-
Muestra 16	-	-	Muestra 42	-	-
Muestra 17	+	-	Muestra 46	-	-
Muestra 18	-	-	Muestra 48	-	-
Muestra 19	-	-	-----	-----	-----

Fuente: María C. González F. Licenciatura Seguridad Alimentaria Nutricional. UDELAS Los Santos, 2020

Debido a que el agua es un vehículo de transmisión de microorganismos entéricos, los cuales pueden provenir accidental o intencionalmente de aguas contaminadas provenientes de las descargas o corrientes de aguas a los efluentes hídricos arriba del punto de captación de agua cruda hacia la planta de tratamiento. Al observar los resultados de la tinción de Gram se puede observar la presencia de bacterias Gram (+) y Gram (-). Gram + se encontraron en las muestras 2, 3, 7, 14, 17, 20 y 36. Además se encontraron Gram – en las muestras 7 y 20.

Algunas de las bacterias más importantes de las Gram – presentes o aisladas en el agua se pueden encontrar las del género: Pseudomonas, Flavobacterium, Gallionella, Enterobacteriaceae, Aeromonas, Vibrio, Achromobacter, Alcaligenes, Bordetella, Neisseria, Moraxella y Acinetobacter de acuerdo con (Araujo, s.f).

Algunas de las bacterias Gram + son los cocos más comunes que pudieran estar presentes en el agua incluye al género Streptococcus incluye a Enterococcus faecalis patógeno humano que habita naturalmente en intestinos de personas y animales y es considerado un indicador de contaminación de agua (Araujo, s.f).

Cuadro N°12. Determinación de Protozoos.

PRESENCIA DE PARASITOS			
Muestra 1	Positivo	Muestra 19	Positivo
Muestra 2	Positivo	Muestra 20	Positivo
Muestra 3	Positivo	Muestra 21	Positivo
Muestra 4	Positivo	Muestra 22	Positivo
Muestra 5	Positivo	Muestra 23	Positivo
Muestra 6	Positivo	Muestra 24	Positivo
Muestra 7	Positivo	Muestra 30	Positivo
Muestra 8	Positivo	Muestra 31	Positivo
Muestra 9	Positivo	Muestra 33	Positivo
Muestra 10	Positivo	Muestra 34	Positivo
Muestra 11	Positivo	Muestra 35	Positivo
Muestra 12	Positivo	Muestra 36	Positivo
Muestra 13	Positivo	Muestra 38	Positivo
Muestra 14	Positivo	Muestra 39	Positivo
Muestra 15	Positivo	Muestra 40	Positivo
Muestra 16	Positivo	Muestra 42	Positivo
Muestra 17	Positivo	Muestra 46	Positivo
Muestra 18	Positivo	Muestra 48	Positivo

Fuente: María C. González F. Licenciatura Seguridad Alimentaria Nutricional. UDELAS Los Santos, 2020.

En el cuadro N°12 Se pueden observar claramente la presencia de parásitos tanto en las muestras tomadas en la planta potabilizadora, como en las residencias. Es necesario recalcar que la normativa panameña DGNTI-

COPANIT 23-395-99 indica que no debe existir presencia de protozoarios, helmintos, ni tampoco virus como Enterovirus, estas indican que el agua no es apta para consumo humano.

Generalmente en las aguas contaminadas con presencia de heces se encuentran protozoarios parásitos que afectan la salud humana y pueden ser responsables de epidemias. Como por ejemplo tenemos la Giardia lamblia y Cryptosporidium parvum, E. histolytica (amebosis- amebiasis intestinal), cuyas manifestaciones clínicas se enfocan a episodios de diarreas, vómitos y pujo, náuseas, cólicos abdominales (Urzúa, 2016).

5.3 Análisis de la Encuesta

El análisis que a continuación se presenta será de tipo descriptivo, estrechamente vinculado con el área, la localidad, la comunidad y los factores que influyen en el desmejoramiento de la calidad del agua potable. Por lo tanto, las respuestas a las encuestas aplicadas serán significativas dentro de su problemática o contexto.

Cuadro N°13

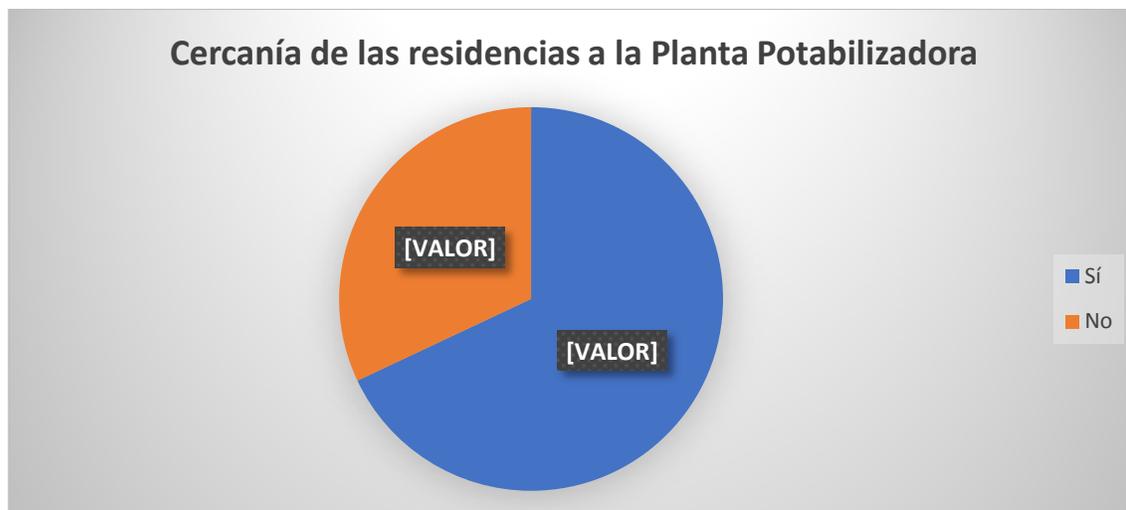
Cantidad de residencias ubicadas cerca de la planta potabilizadora del IDAAN en el distrito de Macaracas, provincia de Los Santos – enero 2020.

Residencias	Cantidad	Porcentaje %
Sí	34	68%
No	16	32%
Total	50	100%

Fuente: María C. González F. Licenciatura Seguridad Alimentaria Nutricional. UDELAS Los Santos, 2020.

Gráfica N°14

Cantidad de residencias encuestadas cerca de la planta potabilizadora del IDAAN en el distrito de Macaracas, provincia de Los Santos – enero 2020.



Fuente: María C. González F. Licenciatura Seguridad Alimentaria Nutricional. UDELAS Los Santos, 2020.

En el cuadro N°13 y gráfica N°14 es evidente que el mayor porcentaje corresponde a residencias que no están cercanas a la toma de agua potable en un 80%, no siendo así el 20% el cual sí están ubicadas cerca de la toma de agua.

Cuadro N°15

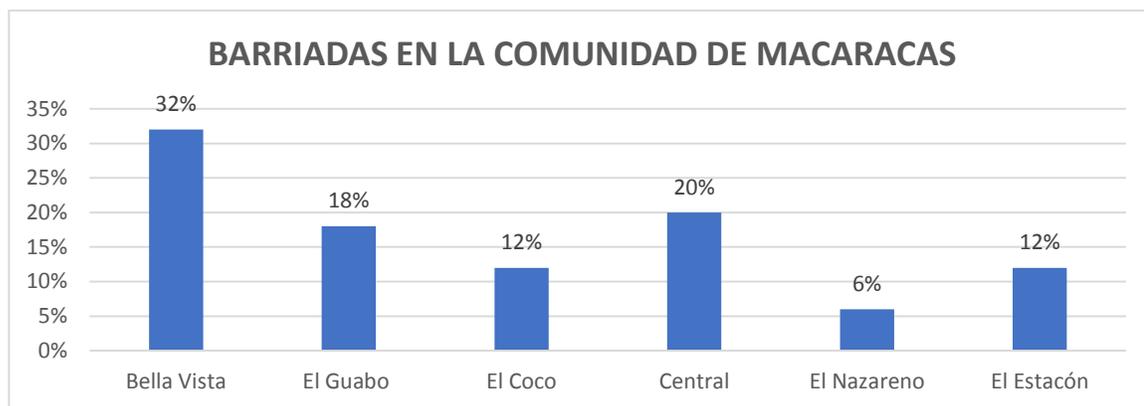
Barriadas donde están ubicadas las residencias de las personas encuestadas en el distrito de Macaracas Cabecera, provincia de Los Santos- enero 2020.

Nombre de la barriada	Cantidad	Porcentaje
Bella Vista	16	32%
El Guabo	9	18%
El Coco	6	12%
Central	10	20%
El Nazareno	3	6%
El Estacón	6	12%
Total	50	100%

Fuente: María C. González F. Licenciatura Seguridad Alimentaria Nutricional. UDELAS Los Santos, 2020.

Gráfica N°16

Barriadas donde están ubicadas las residencias de las personas encuestadas en el distrito de Macaracas Cabecera, provincia de Los Santos - enero 2020.



Fuente: María C. González F. Licenciatura Seguridad Alimentaria Nutricional. UDELAS Los Santos, 2020.

Según los encuestados en el cuadro N°15 y gráfico N°16, se puede determinar que el 32% reside en la Barriada Bella Vista, el 20% en Central, 18% en el Guabo, 12% la barriada El Coco, al igual que El Estación y 6% El Nazareno. Para la obtención de mayor cantidad de resultados confiables.

Cuadro N°17

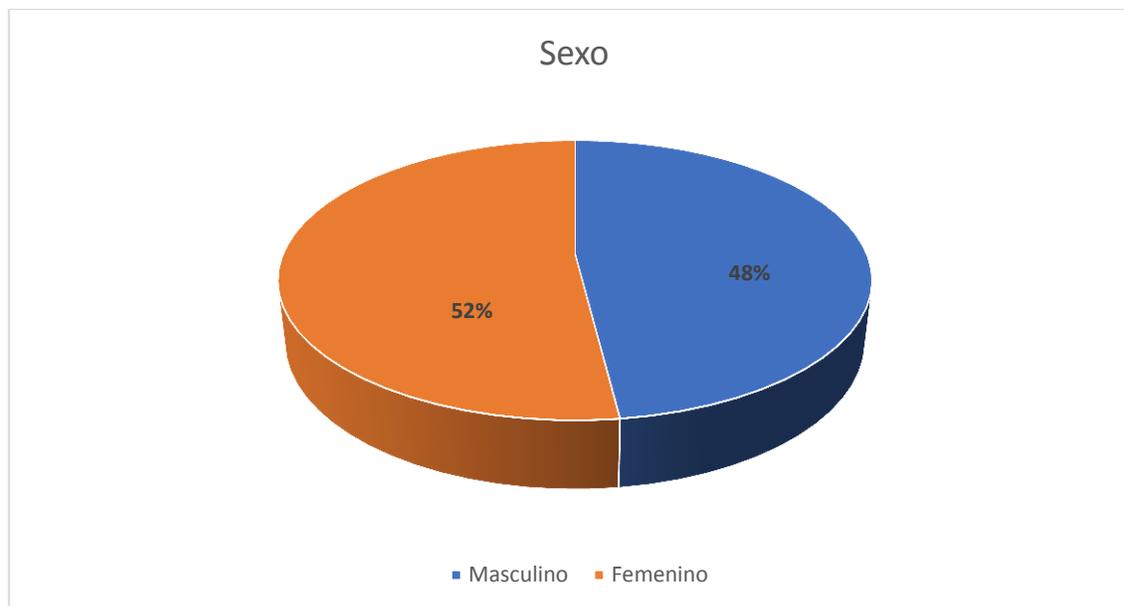
Sexo al que pertenecen los encuestados en el distrito de Macaracas Cabecera, provincia de Los Santos - enero 2020.

Sexo	Total	Porcentaje
Masculino	24	48%
Femenino	26	52%
Total	50	100%

Fuente: María C. González F. Licenciatura Seguridad Alimentaria Nutricional. UDELAS Los Santos, 2020.

Gráfica N°18

Sexo al que pertenecen los encuestados en el distrito de Macaracas Cabecera, provincia de Los Santos - enero 2020.



Fuente: María C. González F. Licenciatura Seguridad Alimentaria Nutricional. UDELAS Los Santos, 2020.

El cuadro N°17 y la gráfica N°18 arrojaron que el 52% de los encuestados eran de sexo femenino y el 48% de sexo masculino.

Cuadro N°19

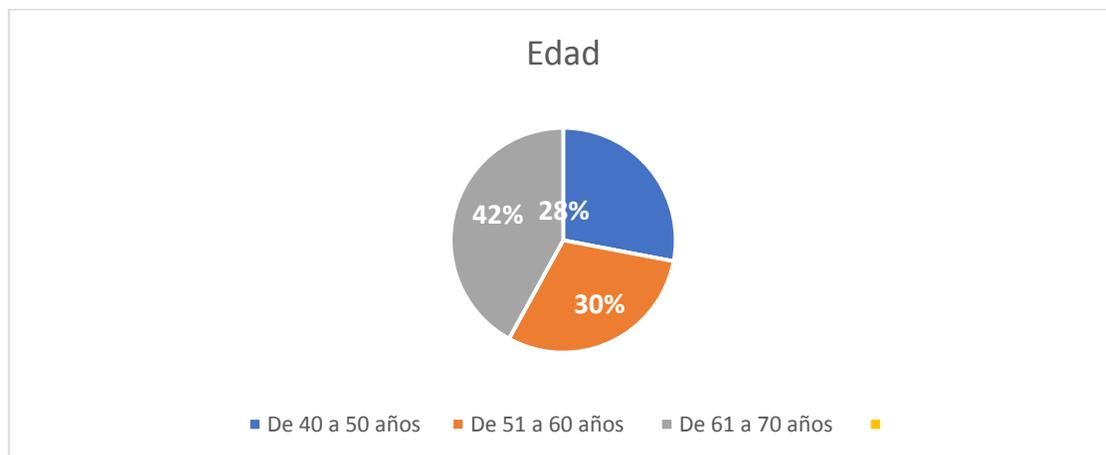
Edad que tienen los encuestados en el distrito de Macaracas Cabecera, provincia de Los Santos - enero 2020.

Edades	Total	Porcentaje
De 40 a 50 años	14	28%
De 51 a 60 años	15	30%
De 61 a 70 años	21	42%
Total	50	100%

Fuente: María C. González F. Licenciatura Seguridad Alimentaria Nutricional. UDELAS Los Santos, 2020.

Gráfica N°20

Edad que tienen los encuestados en el distrito de Macaracas Cabecera, provincia de Los Santos - enero 2020.



Fuente: María C. González F. Licenciatura Seguridad Alimentaria Nutricional. UDELAS Los Santos, 2020.

El cuadro N°19 y la gráfica N°20 muestran que el 28% de los encuestados estaban en edades de 40 a 50 años, el 30% en edades comprendidas entre 51 a 60 años y el 42% en edades de 61 a 70 años, lo cual refleja una población de personas mayores.

Cuadro N°21

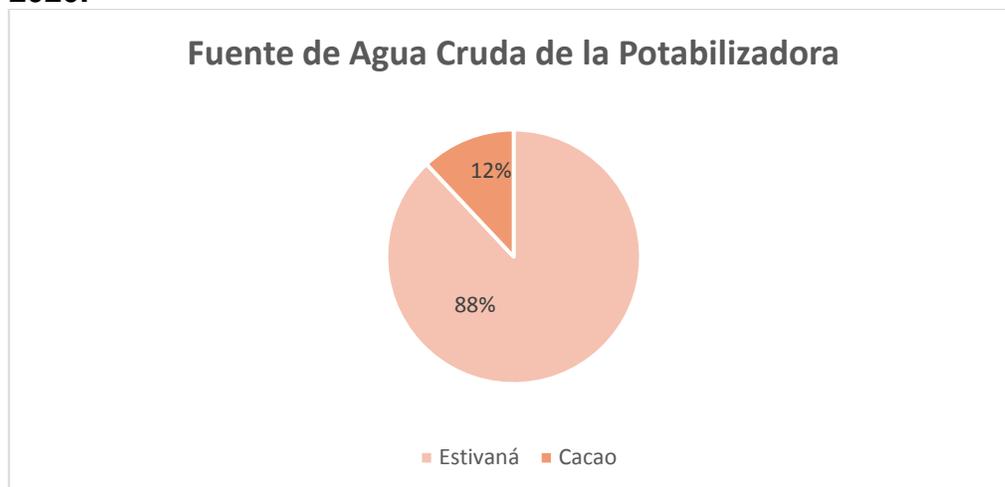
Rio del que proviene el agua que consume la población según las personas encuestadas en Macaracas Cabecera, provincia de Los Santos - enero 2020.

Rio	Total	Porcentaje
Estivaná	44	88%
Cacao	6	12%
Total	50	100%

Fuente: María C. González F. Licenciatura Seguridad Alimentaria Nutricional. UDELAS Los Santos, 2020.

Gráfica N°22

Rio del que proviene el agua que consume la población, según los encuestados en Macaracas Cabecera, provincia de Los Santos - enero 2020.



Fuente: María C. González F. Licenciatura Seguridad Alimentaria Nutricional. UDELAS Los Santos, 2020.

El cuadro N°21 y la gráfica N°22 muestran que el 88% de los encuestados señalan que el agua que abastece a la comunidad procede del Río Estivaná, fuente importante de abastecimiento y el 12% dice que del Río Cacao. De acuerdo con (Mendoza, 2019), el Río Estivaná alimenta de agua cruda a la planta potabilizadora que proporciona agua potable a la comunidad de Macaracas.

Cuadro N°23

Satisfacción en cuanto a la calidad del agua potable de los encuestados en el distrito de Macaracas Cabecera, provincia de Los Santos - enero 2020.

Satisfacción	Total	Porcentaje
Sí	8	16%
No	42	84%
Total	50	100%

Fuente: María C. González F. Licenciatura Seguridad Alimentaria Nutricional. UDELAS Los Santos, 2020.

Gráfica N°24

Satisfacción en cuanto a la calidad del agua potable de los encuestados en el distrito de Macaracas Cabecera, provincia de Los Santos - enero 2020.



Fuente: María C. González F. Licenciatura Seguridad Alimentaria Nutricional. UDELAS Los Santos, 2020.

El cuadro N°23 y la gráfica N°24 arrojaron que el 82% de los encuestados señalan que no se sienten satisfechas con la calidad del agua potable, pero el 16% dice que si está satisfecha.

Cuadro N°25

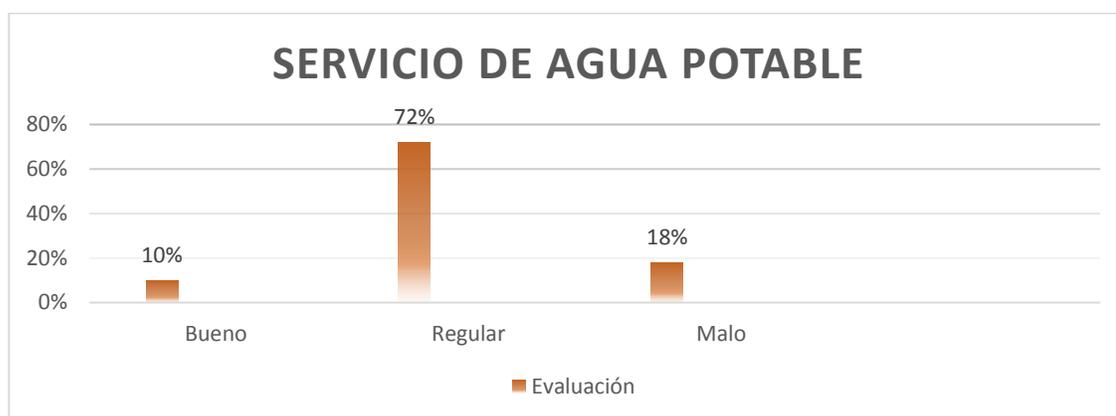
Evaluación del servicio de agua potable de los encuestados en distrito de Macaracas Cabecera, provincia de Los Santos - enero 2020.

Evaluación	Total	Porcentaje %
Bueno	5	10%
Regular	36	72%
Malo	9	18%
Total	50	100%

Fuente: María C. González F. Licenciatura Seguridad Alimentaria Nutricional. UDELAS Los Santos, 2020.

Gráfica N°26

Evaluación del servicio de agua potable de los encuestados en el distrito de Macaracas Cabecera, provincia de Los Santos - enero 2020.



Fuente: María C. González F. Licenciatura Seguridad Alimentaria Nutricional. UDELAS Los Santos, 2020.

De acuerdo con el cuadro N°25 y gráfica N°26 el 72% de los encuestados consideran el servicio de agua potable regular, mientras que el 18% lo considera malo y el 10% bueno.

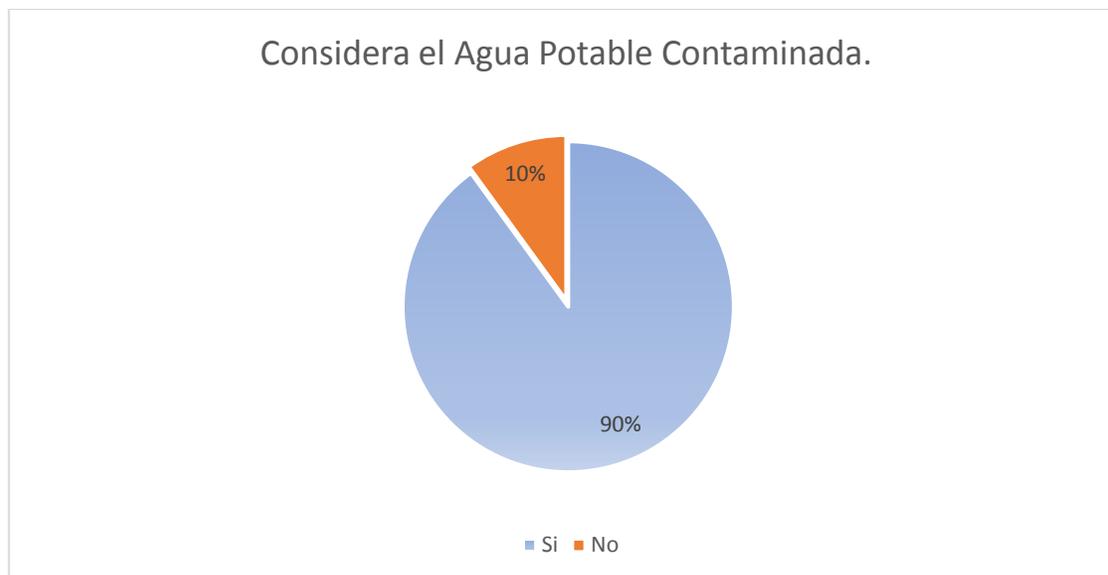
Cuadro N°27

Contaminación del agua potable según los encuestados en la comunidad de Macaracas Cabecera, provincia de Los Santos - enero 2020.

Respuesta	Total	Porcentaje %
Si	45	90%
No	5	10%
Total	50	100%

Fuente: María C. González F. Licenciatura Seguridad Alimentaria Nutricional. UDELAS Los Santos, 2020.

Gráfica N°28
Contaminación del agua potable según los encuestados en la comunidad de Macaracas Cabecera, provincia de Los Santos - enero 2020.



Fuente: María C. González F. Licenciatura Seguridad Alimentaria Nutricional. UDELAS Los Santos, 2020.

En el cuadro N°27 y gráfica N°28 se plantea que el cuestionario aplicado arrojó que el 90% de los encuestados consideran que el agua puede estar contaminada y el 10% restante dice que no.

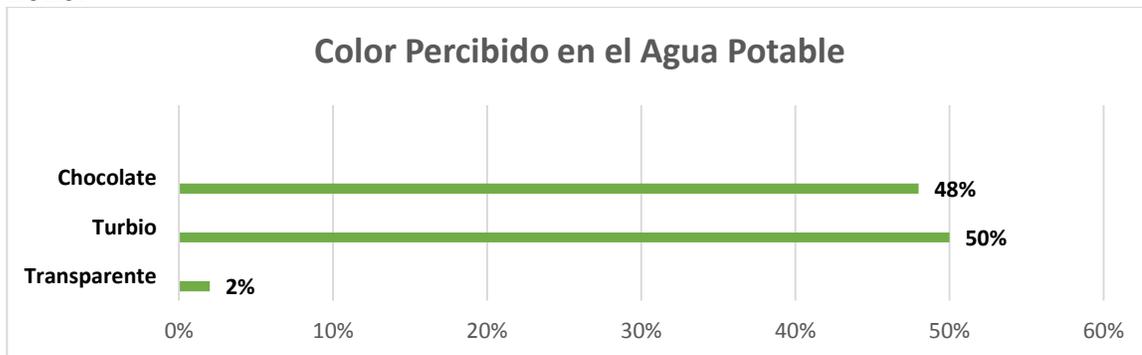
Cuadro N°29
Aspectos físicos en cuanto a color observados en el agua por los encuestados en Macaracas Cabecera, provincia de Los Santos - enero 2020.

Color	Total	Porcentaje%
Transparente	1	2%
Turbio	25	50%
Chocolate	24	48%
Total	50	100%

Fuente: María C. González F. Licenciatura Seguridad Alimentaria Nutricional. UDELAS Los Santos, 2020.

Gráfica N°30

Aspectos físicos en cuanto a color observados en el agua por los encuestados en Macaracas Cabecera, provincia de Los Santos - enero 2020.



Fuente: María C. González F. Licenciatura Seguridad Alimentaria Nutricional. UDELAS Los Santos, 2020.

El cuadro N°29 y la gráfica N°30 arrojaron que el 50% de los encuestados han observado el agua que sale de sus grifos de color turbio, seguidamente el 48% señala que la han observado de color chocolate y por último el 2% le llega transparente o incolora. La propiedad de color en el agua brinda información importante, al permitir evaluar y gestionar la existencia de ácidos húmicos y fúlvicos, que forman parte de los subproductos de la desinfección (SPD) del agua con cloro (Color del agua, parámetro indicador de calidad, 2019).

Cuadro N°31

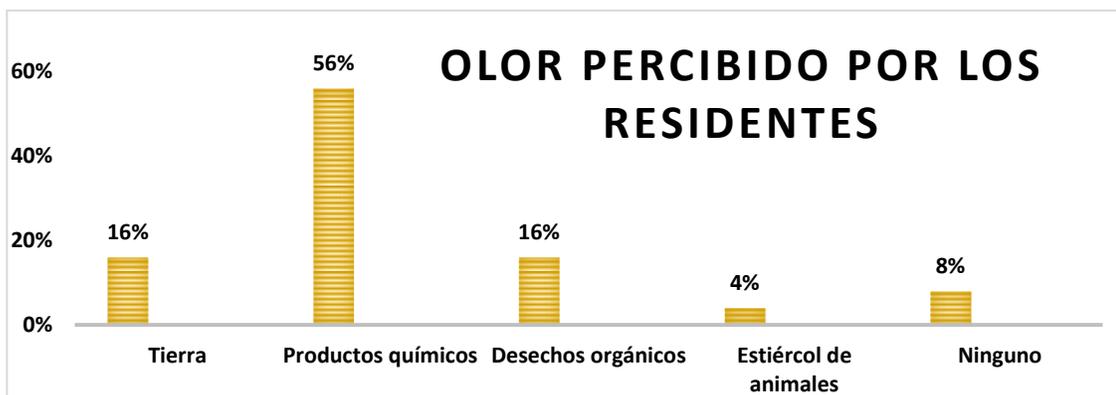
Aspectos físicos en cuanto a olor han sido percibido en el agua potable por los encuestados en la comunidad de Macaracas Cabecera, provincia de Los Santos - enero 2020.

Olor	Total	Porcentaje%
Tierra	8	16%
Productos químicos	28	56%
Desechos orgánicos	8	16%
Estiércol de animales	2	4%
Ninguno	4	8%
Total	50	100%

Fuente: María C. González F. Licenciatura Seguridad Alimentaria Nutricional. UDELAS Los Santos, 2020.

Gráfica N°32

Aspectos físicos en cuanto a olor han percibido en el agua potable por los encuestados en la comunidad de Macaracas Cabecera, provincia de Los Santos - enero 2020.



Fuente: María C. González F. Licenciatura Seguridad Alimentaria Nutricional. UDELAS Los Santos, 2020.

El cuadro N°31 y la gráfica N°32 arrojaron que el 56% de los encuestados han determinado olor a productos químicos, mientras que el 16% a percibido olor a tierra, otro 16% señala que huele a desechos orgánicos, el 4% a excretas de animales y el 8% dijo que no ha percibido olor.

El cloro es un químico utilizado en el tratamiento del agua con el fin de eliminar cualquier riesgo a la salud, como infecciones y enfermedades transmitidas por el agua. El cloro no está librado de ser un riesgo a la salud, ya que al tener contacto con otras sustancias orgánicas en el agua puede formar subproductos de cloración que pueden producir cáncer, la formación de los subproductos depende de la cantidad de cloro empleado y de la calidad del agua. (Recursos, s.f)

Refiriéndose al olor la siguiente cita relaciona a los microorganismos como las Cyanobacterias y Actinomycetes tienen una sustancia química denominada geosmina, que da olor a tierra mojada y puede estar en el agua potable causando mal sabor. Al morir y durante el crecimiento de Cyanobacterias son capaces de metabolizar compuestos tales como neurotoxinas, dermatoxinas o hepatotóxicas que son tóxicos para muchos seres vivos (Dominguez, s.f).

Cuadro N°33

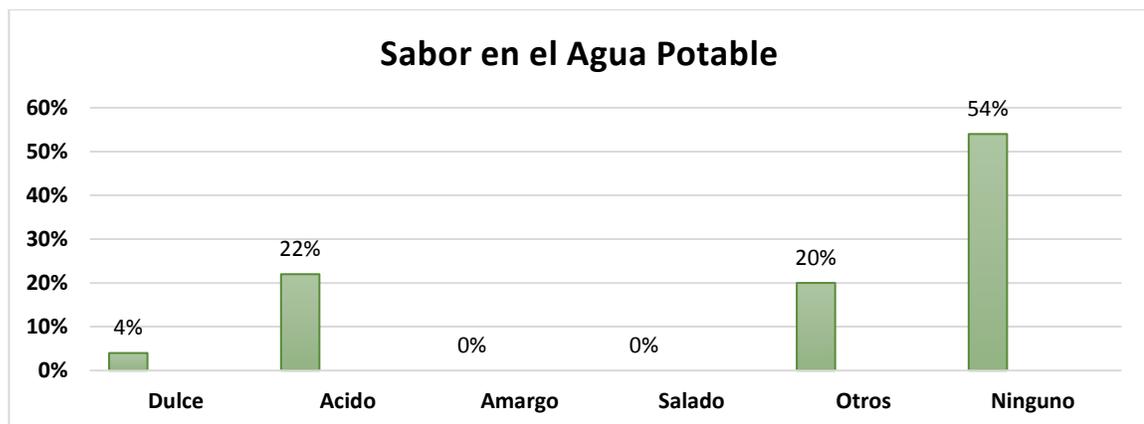
Aspectos físicos en cuanto a sabor detectados en el agua potable por los encuestados en la comunidad de Macaracas Cabecera, provincia de Los Santos - enero 2020.

Sabor	Total	Porcentaje%
Dulce	2	4%
Acido	11	22%
Amargo	0	0%
Salado	0	0%
Otros	10	20%
Ninguno	27	54%
Total	50	100%

Fuente: María C. González F. Licenciatura Seguridad Alimentaria Nutricional. UDELAS Los Santos, 2020.

Gráfica N°34

Aspectos físicos en cuanto a sabor detectados en el agua potable por los encuestados en la Comunidad de Macaracas Cabecera, provincia de Los Santos - enero 2020.



Fuente: María C. González F. Licenciatura Seguridad Alimentaria Nutricional. UDELAS Los Santos, 2020.

El cuadro N°33 y la gráfica N°34 arrojaron que el 54% de las personas encuestadas no han percibido ningún sabor, mientras que el 22% ha percibido sabor acido, el 20% ha percibido otros sabores y un 4% ha percibido sabor dulce.

El agua potable debe ser insabora, pero la presencia de algas y bacterias, al igual que el vertido de aguas residuales y químicos son los responsables de que haya sabor en el agua. Existen cuatro sabores que pueden ser percibidos: acido, salado, dulce y amargo. (resources.trojanuv.com, 2018)

Cuadro N°35

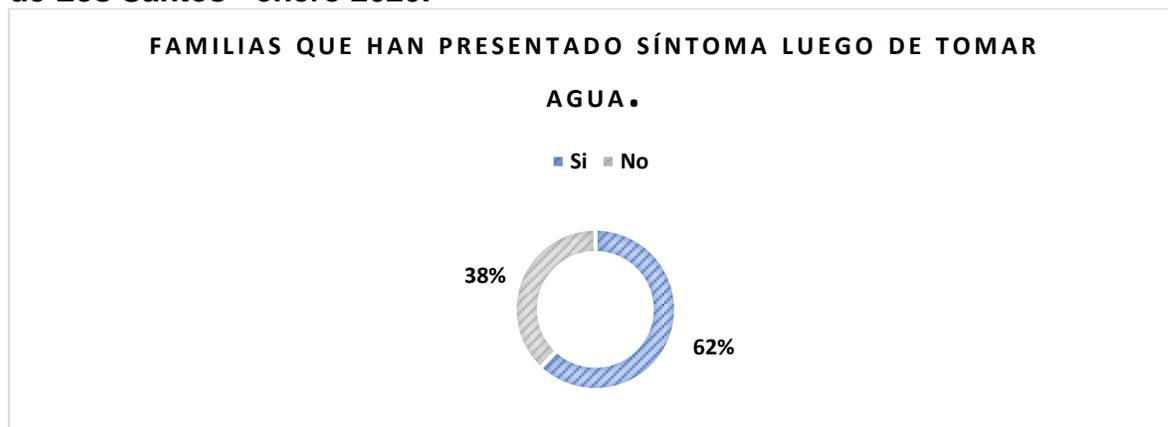
La familia del encuestado ha presentado algún síntoma, luego de haber ingerido agua potable en la comunidad de Macaracas Cabecera, provincia de Los Santos - enero 2020.

Respuesta	Total	Porcentaje
Si	31	62%
No	19	38%
Total	50	100%

Fuente: María C. González F. Licenciatura Seguridad Alimentaria Nutricional. UDELAS Los Santos, 2020.

Gráfica N°36

La familia del encuestado ha presentado algún síntoma, luego de haber ingerido agua potable en la comunidad de Macaracas Cabecera, provincia de Los Santos - enero 2020.



Fuente: María C. González F. Licenciatura Seguridad Alimentaria Nutricional UDELAS Los Santos, 2020.

De acuerdo con la información arrojada por el cuadro N°35 y gráfica N°36, el 62% de los encuestados afirman que miembros de su familia han presentado síntomas luego de haber ingerido agua potable, mientras que el 38% respondió que no.

Cuadro N°37

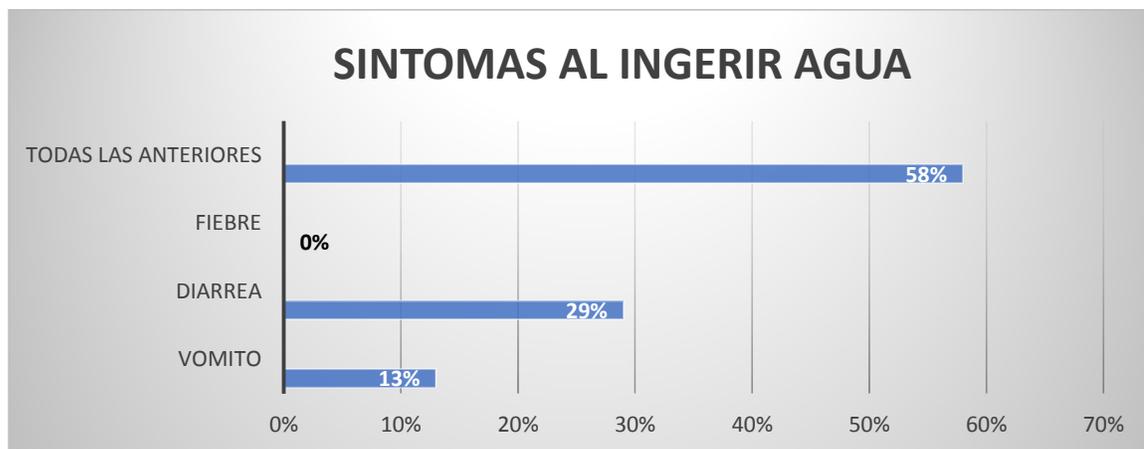
Síntomas que han presentado los encuestados luego de haber ingerido agua potable en el distrito de Macaracas Cabecera, provincia de Los Santos - enero 2020.

Síntomas	Total	Porcentaje%
Vomito	4	13%
Diarrea	9	29%
Fiebre	0	0%
Todas las anteriores	18	58%
Total	31	100%

Fuente: María C. González F. Licenciatura Seguridad Alimentaria Nutricional. UDELAS Los Santos, 2020.

Gráfica N°38

Síntomas que han presentado los encuestados luego de haber ingerido agua potable en el distrito de Macaracas Cabecera, provincia de Los Santos – enero 2020.



Fuente: María C. González F. Licenciatura Seguridad Alimentaria Nutricional. UDELAS Los Santos, 2020.

El cuadro N°37 y la gráfica N°38 han arrojado que de los 31 encuestados que respondieron que, si han presentado síntomas luego de haber bebido agua potable, el 58% respondió que ha presentado vomito, diarrea y fiebre. El 29% ha tenido vómito y el 13% ha estado frente a cuadros diarreicos.

Una de las enfermedades más peligrosas que se produce al consumir agua contaminadas son las diarreas agudas donde las toxinas estimulan al organismo a la secreción de los intestinos y de tal manera ocurre la pérdida de fluidos, deshidratación e incluso la muerte. Dentro de otras enfermedades está el Tifus que causa fiebres, diarreas, vómitos e inflamación del intestino y bazo. La fiebre Tifoidea que causa fiebres, náuseas, dolor de cabeza y falta de apetito (Consecuencias de consumir agua contaminada, s.f).

CONCLUSIONES

- De acuerdo con el estudio realizado de la calidad del agua dentro de los factores que afectan el proceso desde la recogida del agua del afluente del río Estivaná hasta los canales de distribución, se encuentran los factores físicos y químicos, como la presencia de color, olor y sabor en el agua potable, por otro lado, la presencia de turbidez, sedimentación y partículas en suspensión. También existen factores microbiológicos, como la presencia de microorganismos, debido a que se encontraron en los tres puntos principales de muestreos importantes: Fuente de agua cruda (Río Estivaná), durante el proceso de potabilización y en el sistema de distribución de la planta potabilizadora. Esto muestra una deficiencia en el proceso de desinfección del agua para ser apta para consumo humano. (Cuadro N°7 y 8, página)
- En cuanto a los datos arrojados por la concentración de cloro se puede notar que no se están siguiendo parámetros que garanticen la calidad del agua potable, por lo que al no existir este elemento químico el Cloro en el proceso de desinfección del agua; se da lugar al crecimiento de microorganismos patógenos que ponen en riesgo la salud de las personas que ingieren el vital líquido. De igual manera la presencia de turbidez y sedimentación en las muestras obtenidas es una garantía de que el sistema de filtración está en malas condiciones o simplemente este no tiene el mantenimiento adecuado. (Cuadro N°6, página)
- Dentro de los peligros de contaminación a los que se enfrentan los moradores de la comunidad de Macaracas. Esta comunidad puede estar en riesgo sanitario una vez se presenten algunas enfermedades de origen bacteriano, causada por microorganismos patógenos que se encuentren en el agua contaminada, los mismos provocan síntomas como: diarreas

agudas, dolores estomacales, fiebre, náuseas, vómitos e incluso hasta la muerte.

- El agua de la planta potabilizadora del corregimiento de Macaracas, presenta mala calidad microbiológica del agua desde el proceso de recolección, durante la potabilización e incluso hasta que llega a los hogares de los moradores, ya que las muestras tomadas en estos puntos arrojaron presencia de microorganismos. Durante el estudio se pudo observar en el microscopio protozoarios tanto en la planta potabilizadora como en los hogares, los mismos no están permitidos de acuerdo con la norma panameña de calidad de agua DGNTI - COPANIT 23-395-99. (Cuadro N°12, página)
- Al realizar el muestreo en diferentes puntos tanto al inicio como en planta potabilizadora de Macaracas, desde que es recogida del río Estivaná, hasta que sale de la planta potabilizadora para ser distribuida a los hogares se observaron anomalías como: el vertido de excretas y cadáveres de animales, la planta potabilizadora, está rodeada de actividades agrícolas con el uso de agroquímicos. Por otro lado, presenta estructuras antiguas y se puede notar la falta de mantenimiento de esta. En la salida del grifo de los hogares se observa que el agua presenta color, parámetro que afecta la calidad del agua.
- Tomando como referencia a la información recopilada sobre estudios anteriores en relación con la problemática de la calidad del agua potable en la comunidad de Macaracas, provincia de Los Santos. Se puede sustentar que por parte de autoridades del Ministerio de Salud se han encontrado indicios de que la potabilizadora de Macaracas presenta mala calidad del agua, al diagnosticar presencia de Coliformes Fecales y Totales las cuales no están permitidas en la normativa.

- Las pruebas microbiológicas para detectar la calidad actual del agua de la planta potabilizadora que abastece a la comunidad de Macaracas Cabecera, provincia de Los Santos, deben ser continuas y fiscalizadas por las autoridades correspondientes y competentes como: El Ministerio de Salud (MINSA) e Instituto de Acueductos y Alcantarillados Nacionales (IDAAN).
- Las pruebas físicas y químicas que permiten determinar el estado actual de la calidad del agua potable garantizan que en la planta potabilizadora que abastece de agua potable a la comunidad de Macaracas presenta una problemática en cuanto a turbidez, color, sedimentación, partículas. Las personas de la comunidad no están satisfechas con las propiedades organolépticas que presenta el agua y lo mismo fue corroborado en el laboratorio al observar que más del 50% de las muestras analizadas presentaron sedimentación, color de amarillo a pardo otorgado por la presencia de metales, también se observó turbidez y partículas. Es importante mencionar que las personas en ocasiones han sentido olores y sabores en el agua y esto ocurre más en épocas de verano ya que el caudal del río baja debido a la falta de lluvias. La propiedad de olor a químico en las muestras y de igual manera señaladas por la comunidad puede deberse a productos utilizados para la actividad agrícola que se desarrolla en terrenos ubicados alrededor de la potabilizadora y en el cauce del río. (Cuadro N°4 y 5, página)
- Al Interpretar resultados encontrados en las muestras de agua analizadas en el laboratorio nos da una idea clara del deficiente sistema de inspección y vigilancia por parte de las instituciones gubernamentales encargadas de esta responsabilidad.

- En comparación con la normativa nacional DGNIT-COPANIT 23-395-99, los parámetros microbiológicos no cumplen con la calidad del agua, de igual forma el rango de adición de cloro libre para el proceso de desinfección del agua se encuentra por debajo a lo que asigna la norma. Debido a lo antes mencionado, es evidente la presencia de agentes patógenos que ponen en riesgo la salud de las personas que consumen el vital líquido. (Cuadro N°6, página)
- Proponer líneas de acción que garanticen la calidad del agua potable por parte de las instituciones es de carácter inmediato y no a largo plazo para evitar epidemias relacionadas con las enfermedades que se puedan presentar una vez sea consumida por los residentes y que las cuales contienen una carga microbiológica que influya en el riesgo a su salud.
- Un sistema de vigilancia, más apoyo gubernamental, menos burocracia para la reparación de equipos, órdenes de compra, reactivos y no dejando a un lado personal capacitado para entrenar a los operadores de la planta que garanticen un adecuado procesamiento del agua cruda y así poder llevar a los hogares agua de excelente calidad e inocuidad.

LIMITACIONES

Luego de haber realizado el presente estudio de investigación se pueden recalcar las limitaciones siguientes:

1. Se dificultó la autorización de entrada a la planta potabilizadora de la comunidad de Macaracas por parte del encargado de la potabilizadora.
2. No se contaba con reactivos en el laboratorio para realizar las pruebas bioquímicas que nos servirían de validación o identificación de ciertos microorganismos.

RECOMENDACIONES

- El Instituto de Acueductos y Alcantarillados Nacionales IDAAN, debe poner atención sobre las infraestructuras e instalaciones y máquinas de la planta que garanticen los procesos dentro de la misma.
- Se debe vigilar los sistemas de dosificación del cloro, para garantizar la correcta desinfección del agua, evitando así el riesgo a la salud de los residentes de la comunidad.
- De acuerdo a los cuadros diarreicos que se presentan en la comunidad, el Centro de Salud en compañía con el Ministerio de Salud debe orientar en materia de prevención a través de charlas a la población de como actuar frente a la problemática.
- Es necesario que Mi Ambiente verifique, inspeccione y de seguimiento para que se cumplan las medidas y normas sobre Impacto Ambiental en los alrededores de la planta potabilizadora, sobre las actividades tanto agrícolas, como cría de animales que no cumplan con las normativas ambientales, como es el caso de las descargas de agua a efluente hídrico DGNTI – COPANIT 39-2000.
- Realizar un muestreo constante en la planta potabilizadora, para determinar fallas en el proceso y poder realizar las correcciones pertinentes para evitar epidemias en la comunidad.
- Hacer cumplir los parámetros de calidad dictados por la normativa de calidad del agua DGNTI – COPANIT 23-395-99 dentro de la planta potabilizadora.

- Contar con un departamento de vigilancia y control del proceso de potabilización del agua dentro de la planta potabilizadora, además de un laboratorio con personal capacitado.

BIBLIOGRAFÍAS

- Ambiente, M. d. (2000). *El Libro Blanco de España*. México D.F: Centro de Publicaciones, Secretaria general Técnica Ministerio de Ambiente.
- Araujo, M. C. (s.f). *Microbiología del agua*. Buenos Aires, Argentina: Solar Safe Water. Obtenido de http://www.psa.es/es/projets/solarsafewater/documents/libro/02_Capitulo_02.pdf
- Arias, F. G. (2012). *El Proyecto De Investigación*. Caracas - República Bolivariana de Venezuela: Editorial Episteme.
- Desrosier, N. W. (1986). *Elementos de Tecnología de Alimentos* . México: Continental , S.A. DE C.V.
- Editores, G. L. (s.f). *Ciencia, Tecnología e Industria de Alimentos*. Colombia : Printer Colombiana S.A.
- Editores, S. (2004). *La Enciclopedia solihull tucumano*. Madrid España: Printer Colombiano S.A.
- Fajardo-Ecotecnóloga, D. (2005). *Calidad del Agua en el Sur de Ahuachapán, El Salvador, C.A*. El Salvador: Centro Integral de Comunicaciones y Periodismo -CICOPcicop@navegante.com.sv. Obtenido de <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/2006-094.pdf>
- José Antonio García García, J. C. (2014). *Metodología de la investigación, bioestadística y bioinformática en ciencias médicas y de la salud, 2e*. C.P. 01376, México, D.F.: McGRAW-HILL INTERAMERICANA EDITORES, S.A. de C.V.
- Meyer, M. R. (1997). *Control de calidad de productos agropecuarios*. México: Trillas.
- Urzúa, H. (2016). *Microbiología de los Alimentos*. México DF: Panamericana.

REFERENCIAS

- agua, A. d. (s.f.). *upct.es*. Obtenido de upct.es: http://upct.es/-minaeees/análisis_agua.pdf
- Agua, A. (s.f.). *aquagest-regiondemurcia.es*. Obtenido de aquagest-regiondemurcia.es: <http://www.aquagest-regiondemurcia.es/img/contenidos/1/ficha-sobre-calidad-del-agua.pdf>
- Aguilera, D. C. (s.f.). *Ministerio de Obras Públicas*. Obtenido de Ministerio de Obras Públicas: <http://www.doh.gov.cl/APR/documentos/Documents/PPT%20SALUD%20OCUPACIONAL.pdf>
- Alcantarillados, I. d. (14 de Octubre de 2010). *311.gob.pa*. Obtenido de 311.gob.pa: <https://311.gob.pa/idaan-repara-motor-de-planta-potabilizadora-de-macaracas/>
- Amador, M. G. (1 de diciembre de 2008). *Metodología de la Investigación*. Obtenido de Metodología de la Investigación: <http://manuelgalan.blogspot.com/2008/12/definicion-de.html?m=1>
- Ambientum. (s.f.). *Características físicas y organolépticas*. Sevilla. Obtenido de https://www.ambientum.com/enciclopedia_medioambiental/aguas/caracteristicas_fisicas_y_organolepticas.asp
- Anacleto Félix- Fuentes, O. N.-B.-A.-M. (s.f.). Calidad Microbiológica del Agua de Consumo Humano de Tres Comunidades Rurales del Sur de Sonora. *Instituto Tecnológico de Sonora*, 191- 346. Obtenido de 191-346-1-SM%20(1).pdf
- Análisis de agua*. (s.f.). doi:https://www.upct.es/~minaeees/analisis_aguas.pdf
- Arriaza, A. W. (2015). Determinación bacteriológica de la calidad del agua para consumo humano obtenida de filtros ubicados dentro del campus central de la Universidad de San Carlos de Guatemala. *Instituto de Biología y Química*, 21-29.
- Balantidium coli*. (s.f.). doi:http://www.bvsde.paho.org/CD-GDWQ/docs_microbiologicos/Protozoos%20PDF/Balantidium%20coli.pdf
- Baños, A. (24 de Diciembre de 2018). *¿Que nos dice la turbidez sobre la calidad del agua potable?* Obtenido de [higieneambiental.com:](http://higieneambiental.com/)

<https://higieneambiental.com/aire-agua-y-legionella/que-nos-dice-la-turbidez-sobre-la-calidad-del-agua-potable>

britannialab.com. (s.f). Obtenido de *britannialab.com*:
https://www.britnialab.com/back/public/upload/productos/upl_5a2ed674cf661.pdf

Calderón, A. (2009). El riesgo de consumir agua contaminada. *Hoy Digital*. Obtenido de <http://www.hoy.com.do>

Camacho, N. C. (2011). Tratamiento de agua para consumo. *Ulima*, 153-170. Obtenido de https://revistas.ulima.edu.pe/index.php/Ingenieria_industrial/article/viewFile/232/208

cidbimena. (s.f). En la mayoría de países es responsabilidad de las autoridades locales poner a disposición de las poblaciones un agua sin riesgo para la salud. *cidbimena*, 1-7. Obtenido de http://cidbimena.desastres.hn/docum/crid/CD_Agua/pdf/spa/doc14587/doc14587-b.pdf

Cloro.info. (3 de 7 de 2018). Obtenido de *Cloro.info*:
<https://www.cloro.info/es/que-es-el-cloro/cloro-como-potabilizador-del-agua/>

Color del agua, parámetro indicador de calidad. (2019). *Higieneambiental.com*. Obtenido de <https://higieneambiental.com/aire-agua-y-legionella/color-del-agua-parametro-indicador-de-calidad>

CORTEZ, A. (10 de Septiembre de 2014). Cierran más porquerizas en Macaracas. *La Prensa Nacionales*, págs. https://impresa.prensa.com/nacionales/Cierran-porquerizas-Macaracas_0_4024097646.html.

Cortez, A. (04 de abril de 2019). *La Prensa*. Obtenido de *La Prensa*:
https://www.prensa.com/provincias/Rios-Macaracas-registran-agotamiento-cauces_0_5274222555.html

Council, M.-A. R. (s.f). *www.marc.org*. Obtenido de *www.marc.org*:
https://www.marc.org/Environment/Water-Resources/pdfs/brochures/sediment_espanol.aspx

Critica, L. (27 de 06 de 2017). *Facebook.com*. Obtenido de *Facebook.com*:
<https://es-la.facebook.com/CriticaPanama/videos/whatsappcri-así-está-saliendo-el-agua-de-los-grifos-en-macaracas-provincia-de-lo/10155504347492010/>

- Cuesta, A. I. (s.f). *Validación de los métodos microbiológicos*. Obtenido de Validacióndepruebaspdf: file:///C:/Users/Maricris/Desktop/TESIS%202019-2020/CAPITULOS/REFERENCIAS%20DEL%20CAPITULO%20II/VALIDACION%20DE%20PRUEBAS.pdf
- DETERMINACION DE BACTERIAS COLIFORMES: COLIMETRIA*. (s.f). Obtenido de DETERMINACION DE BACTERIAS COLIFORMES: COLIMETRIA: <https://www.ugr.es/~cjl/colimetria.pdf>
- DIEZ, J. E. (2000). *El Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 35 - 2000*. Panamá. Obtenido de <https://www.corpqualityservices.com/cqs%20normas/CQS%20-%20COPANIT%2035-2000%20Descarga%20a%20Cuerpos%20y%20Masas%20de%20Agua%20Superficiales%20y%20Subterranas.pdf>
- Dominguez, E. G. (s.f). *El Agua Sabe a Tierra. iagua*. Obtenido de <https://www.iagua.es/blogs/eduardo-garcia-dominguez/agua-sabe-tierra-0>
- Dra. Asela M. del Puerto Rodríguez, D. S. (2014). Efectos de los plaguicidas sobre el ambiente y la salud. *SciELO*. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1561-30032014000300010
- Elisa Marcela Carrillo Zapata, A. M. (2008). *Validación del método de detección de coliformes fecales y totales en agua potable*. Bogota. Obtenido de <https://www.javeriana.edu.co/biblos/tesis/ciencias/tesis203.pdf>
- Experimentos Científicos*. (s.f). Obtenido de Experimentos Científicos : <https://www.experimentoscientificos.es/densidad/densidad-agua/>
- Garcia, I. (12 de 12 de 2017). Causas y contagio de la disentería. *todopapas.com*. Obtenido de <https://www.todopapas.com/ninos/salud-infantil/causas-y-contagio-de-la-disenteria-8240>
- Gil, M. (s.f). *lifeder.com*. Obtenido de lifeder.com: <https://www.lifeder.com/agar-macconkey/>
- healthwise, E. p. (2017). Shigelosis. *Cigna*. Obtenido de <https://www.cigna.com/individuals-families/health-wellness/hw-en-espanol/temas-de-salud/shigelosis-te6323spec>
- IDAAN. (12 de 04 de 2016). IDAAN garantizará agua potable a residentes de Macaracas. *PANAMA 24 HORAS*, págs. <http://www.panama24horas.com.pa/ultimas-noticias/idaan-garantizara-agua-potable-a-residentes-de-macaracas/>.

- Industrias, M. d. (17 de diciembre de 1999). *rt-dgnti-copanit-22-394-1999.pdf*.
Obtenido de [rt-dgnti-copanit-22-394-1999.pdf: file:///C:/Users/Maricris/AppData/Local/Packages/Microsoft.MicrosoftEdge_8wekyb3d8bbwe/TempState/Downloads/rt-dgnti-copanit-22-394-1999.pdf](file:///C:/Users/Maricris/AppData/Local/Packages/Microsoft.MicrosoftEdge_8wekyb3d8bbwe/TempState/Downloads/rt-dgnti-copanit-22-394-1999.pdf)
- Industrias, M. d. (7 de Diciembre de 1999). *rt-dgnti-copanit-23-395-1999.pdf*.
Obtenido de [rt-dgnti-copanit-23-395-1999.pdf: file:///C:/Users/Maricris/AppData/Local/Packages/Microsoft.MicrosoftEdge_8wekyb3d8bbwe/TempState/Downloads/rt-dgnti-copanit-23-395-1999.pdf](file:///C:/Users/Maricris/AppData/Local/Packages/Microsoft.MicrosoftEdge_8wekyb3d8bbwe/TempState/Downloads/rt-dgnti-copanit-23-395-1999.pdf)
- Industrias, M. d. (06 de mayo de 2019). *rt-dgnti-copanit-21-2019%20(1).pdf*.
Obtenido de [rt-dgnti-copanit-21-2019%20\(1\).pdf: file:///C:/Users/Maricris/AppData/Local/Packages/Microsoft.MicrosoftEdge_8wekyb3d8bbwe/TempState/Downloads/rt-dgnti-copanit-21-2019%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Maricris/AppData/Local/Packages/Microsoft.MicrosoftEdge_8wekyb3d8bbwe/TempState/Downloads/rt-dgnti-copanit-21-2019%20(1).pdf)
- Isabel Vásquez Hidalgo. (2016). *www.gestiopolis.com*. Obtenido de [www.gestiopolis.com: https://nodo.ugto.mx/wp-content/uploads/2016/05/Tipos-de-estudio-y-métodos-de-investigación.pdf](https://nodo.ugto.mx/wp-content/uploads/2016/05/Tipos-de-estudio-y-métodos-de-investigación.pdf)
- J. Fleta Zaragoza, O. B. (2000). Amebiasis intestinal y absceso hepático amebiano. *Elsevier*, 96-101. Obtenido de <https://www.elsevier.es/es-revista-medicina-integral-63-articulo-amebiasis-intestinal-absceso-hepatico-amebiano-15325>
- Jacome, J. (7 de Diciembre de 1999). *Reglamento tecnico DGNTI-COPANIT23-395-99*. Panamá. Obtenido de [Reglamento tecnico DGNTI-COPANIT23-395-99: copanit_23_395reglamentotecnico_99.pdf](https://www.gestiopolis.com/Reglamento-tecnico-DGNTI-COPANIT23-395-99:copanit_23_395reglamentotecnico_99.pdf)
- Jacone, J. (12 de noviembre de 1999). *www.iddan.gob.pa*. Obtenido de [www.iddan.gob.pa: https://www.idaan.gob.pa/wp-content/uploads/2016/04/copanit_23_395reglamentotecnico_99.pdf](https://www.idaan.gob.pa/wp-content/uploads/2016/04/copanit_23_395reglamentotecnico_99.pdf)
- Jessica, R. H. (30 de octubre de 2014). *microbiologia3bequipo5.blogspot.com*.
Obtenido de [microbiologia3bequipo5.blogspot.com: http://microbiologia3bequipo5.blogspot.com/2014/10/numero-mas-probable-nmp.html](http://microbiologia3bequipo5.blogspot.com/2014/10/numero-mas-probable-nmp.html)
- Lalangui, D. (24 de 06 de 2018). *EMPREDIMIENTO CONTABLE PERÚ SAC*.
Obtenido de [EMPREDIMIENTO CONTABLE PERÚ SAC: https://www.empredimientocontperu.com/poblacion-y-muestra-de-tesis/](https://www.empredimientocontperu.com/poblacion-y-muestra-de-tesis/)
- Lenntech. (s.f). ¿Por qué es importante el oxígeno disuelto en el agua?
Lenntech. Obtenido de <https://www.lenntech.es/por-que-es-importante-el-oxigeno-disuelto-en-el-agua.htm>

- Lenntech. (s.f.). Tifoide y fiebre enterica paratifoide. *Lenntech*. doi:<https://www.lenntech.es/biblioteca/enfermedades/la-fiebre-tifoidea/tifoide.htm>
- Litros que ayudan*. (s.f). Recuperado el 17 de diciembre de 2019, de Litros que ayudan: <https://www.litrosqueayudan.com/noticias/consecuencias-de-consumir-agua-contaminada/>
- Luis Esaú López-Jácome, *. M.-D.-C.-P.-G.-C. (2014). Las tinciones básicas en el laboratorio de microbiología. *medigraphic.com*, 11-13. Obtenido de <https://www.medigraphic.com/pdfs/invd/ir-2014/ir141b.pdf>
- Marshall MM et al. (1997). Waterborne protozoan pathogens. *Clinical Microbiology Reviews*, 67-85. Obtenido de http://www.bvsde.paho.org/CD-GDWQ/docs_microbiologicos/Protozoos%20PDF/Entamoeba.pdf
- Martinez, J. d. (2019). *PLAN ESTRATÉGICO DISTRITO DE MACARACAS*. Panamá : https://macaracas.municipios.gob.pa/61/1540835995_Plan-Estrategico-del-districto-de-Macaracas-2018-2019---Prov.-de-Los-Santos-1-79.pdf.
- Medline Plus. (s.f.). Obtenido de Medline Plus: <https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/001363.htm>
- Mendoza, G. (4 de septiembre de 2014). Investigan denuncia de contaminación. *El Siglo*, págs. <http://elsiglo.com.pa/panama/investigan-denuncia-contaminacion/23801864>.
- Mendoza, G. (1 de mayo de 2019). Macaracas se está quedando sin agua potable. *El Siglo*, págs. <http://elsiglo.com.pa/panama/macaracas-esta-quedando-agua-potable/24118596>.
- Miriam Janet Gil, A. M. (2012). Contaminantes emergentes en aguas,. *Producción + Limpia*, 53-73. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/pml/v7n2/v7n2a05.pdf>
- Parra, M., Durango, J., & Máttar, S. (2002). Microbiología, patogénesis, epidemiología, clínica y diagnóstico de las infecciones producidas por salmonella. *Revista MVZ Córdoba*, 187-200. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/693/69370201.pdf>
- Pérez-López, E. (2016). *Tecnología en Marcha*. Costa Rica. doi:10.18845/tm.v29i3.2884
- pH y alcalinidad. (s.f.). *Lenntech*. Obtenido de <http://www.lenntech.es/ph-y-alcalinidad.htm>

- Pierre, R. Q. (2017). Giardiosis. *Ciencia*, 34-37. Obtenido de https://www.amc.edu.mx/revistaciencia/images/revista/68_1/PDF/Giardiosis.pdf
- Pradillo, B. (s.f). Parámetros de control del agua potable. *iagua*. Obtenido de <http://www.iagua.es/blogs/beatriz-padrillo/parametros-control-agua-potable>
- PÚBLICOS, A. N. (14 de 05 de 2010). *www.asep.gob.pa*. Obtenido de www.asep.gob.pa: https://www.asep.gob.pa/wp-content/uploads/agua/tarifas/anno_3491_agua.pdf
- Públicos, A. N. (s.f). *www.asep.gob.pa*. Obtenido de www.asep.gob.pa: https://www.asep.gob.pa/?page_id=12475
- Puello, A. (27 de noviembre de 2014). *Prezi*. Obtenido de <https://prezi.com/m/gzu2ijeemwwe/investigacion-predictiva-metodologia-de-la-investigacion/>
- Recursos, C. d. (s.f). ¿Cómo eliminar el cloro del agua del grifo? *Waterlogic*. Obtenido de <https://www.waterlogic.es/centro-de-recursos/que-contiene-el-agua-del-grifo/como-eliminar-el-cloro-del-agua-del-grifo/>
- resources.trojanuv.com*. (05 de 2018). Obtenido de resources.trojanuv.com: <https://www.resources.trojanuv.com/wp-content/uploads/2018/05/Compuestos-que-causan-Olor-y-Sabor-en-el-Agua-Potable-Hoja-informativa-ES.pdf>
- RILSAV. (15 de 9 de 2010). *inta.gob.ar*. Obtenido de inta.gob.ar: https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-muestreo_agua.pdf
- Ríos-Tobón S, A.-C. R.-B. (2017). *Patógenos e indicadores microbiológicos de calidad del agua para consumo humano*. Antioquia: Rev. Fac. Nac. Salud Pública. doi: 10.17533/udea.rfnsp.v35n2a08
- Rivas., F. R. (2016). *Archive for the 'Macaracas' Category*. Panamá: Apronad Panama.
- Robert Pullés, M. (2014). Microorganismos indicadores de la calidad del agua potable en cuba. *Revista CENIC. Ciencias Biológicas*, 25-36. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/1812/181230079005.pdf>
- Robles, F. (24 de diciembre de 2017). *lifeder.com*. Obtenido de lifeder.com: <https://www.google.es/amp/s/www.lifeder.com/investigacion-pura/amp/>
- S.A.S., G. C. (s.f). *co.grundfos.com*. Obtenido de co.grundfos.com: <https://co.grundfos.com/service-support/encyclopedia-search/suspended-solids.html>

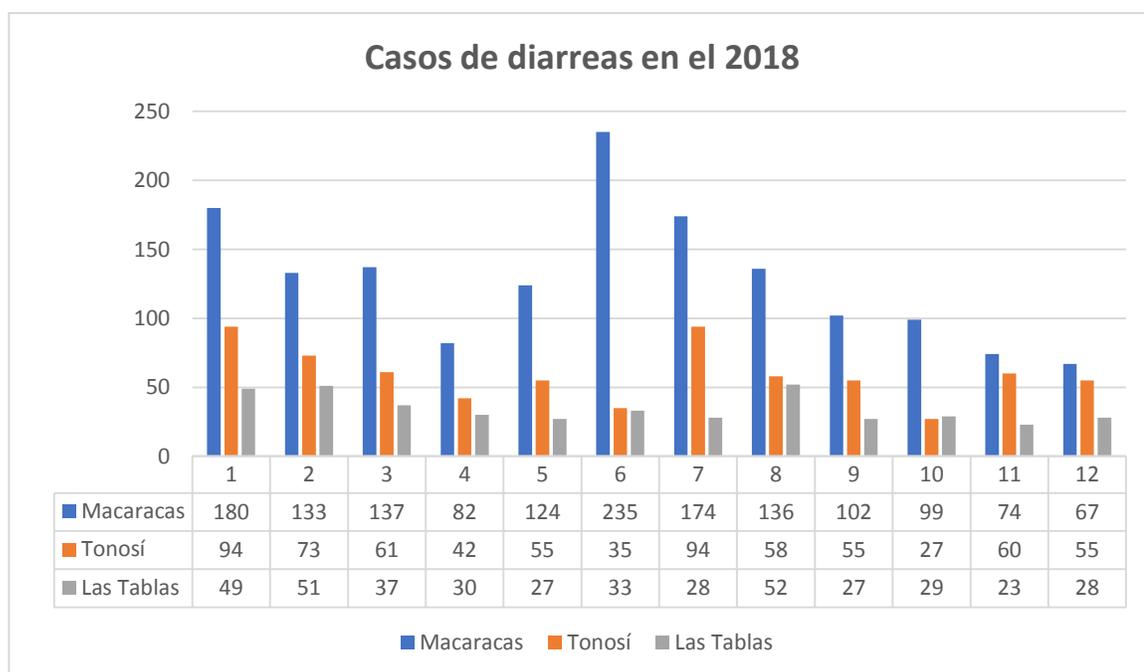
ANEXOS

ANEXO I
ESTADÍSTICAS DE CUADROS
DIARRÉICOS

Años/Número de análisis	2013 (enero-agosto)	2017	2018
Total, de acueductos evaluados	56	26	55
No. Acueductos satisfactorios	25	9 representando el 34.62%	7 representando el 12.7 %
No. Acueductos No Satisfactorios	31	17 representando el 65.385%	48 representando el 87.3%
Clorificadores instalados	2	3	3
Cantidad de cloro entregado	26	324	31

Monitoreo de la Calidad del Agua en el Distrito de Macaracas.

Fuente: Depto. de Calidad de Agua de Los Santos. Acueductos rurales.



Fuente: Depto. de Calidad de Agua de Los Santos. Acueductos rurales.

ANEXOS II

**FORMATO DE ENTREVISTA AL
MINISTERIO DE SALUD**



**UNIVERSIDAD ESPECIALIZADA DE LAS AMERICAS
FACULTAD DE BIOCIENCIA Y SALUD PUBLICA
ESCUELA SALUD PUBLICA
CARRERA: SEGURIDAD ALIMENTARIA NUTRICIONAL**

ENTREVISTA

Respetado Ingeniero Alexis de La Cruz del Ministerio de Salud (MINSa), soy la estudiante María Cristina González Frías, con cédula 7-711-206 de la Universidad Especializada de las Américas (UDELAS), con el fin de recabar información para realizar el trabajo de grado, el cual ayudará a la culminación de mis estudios superiores y cuyo tema de investigación es **“Análisis Microbiológicos del Agua en la Planta potabilizadora que Abastece de Agua Potable a la Comunidad de Macaracas Cabecera, Provincia de Los Santos”**. Requiero de su cooperación para que responda a una serie de interrogantes que me permitan tener un conocimiento de la situación, con respecto al tema en estudio. Las respuestas que usted proporcione serán de estricta confidencialidad para la finalidad de este estudio. Le agradezco el tiempo y la oportunidad que me brinda para recopilar la información necesaria.

Por lo tanto, solicito me pueda responder a las siguientes interrogantes:

1. ¿Ha tenido usted alguna problemática en cuanto a los resultados de los estudios microbiológicos del agua potable en los dos últimos años?
2. ¿Qué pruebas microbiológicas realiza para detectar índice de contaminación?

3. ¿Ha observado algún tipo de anomalía con respecto a los valores que plantea la normativa de calidad de agua DGNTI- COPANIT 23-395-99 del agua potable?
4. ¿Considera usted importante la frecuencia de las tomas de muestra para el análisis de agua?
5. ¿Considera usted la necesidad de realizar algunas pruebas microbiológicas, organolépticas o químicas que no se puedan realizar en el MINSA? ¿Cuáles?
6. ¿Conoce usted los factores que puedan estar afectando la calidad del agua potable en estos dos últimos años?
7. ¿Cree usted que los problemas de salud relacionados con el sistema digestivo de los moradores estén afectados por la calidad del agua en esta región?
8. ¿Se ha llevado algún control estadístico de la calidad del agua en Macaracas en estos últimos dos años?
9. ¿Qué soluciones se pudieran plantear a través de su experiencia como encargado del área?
10. ¿Estaría de acuerdo con un plan estratégico de orientación a la comunidad para prevención de enfermedades transmitidas por el agua contaminada?

ANEXOS III
FORMATO DE ENCUESTA A LOS
RESIDENTES DE LA COMUNIDAD DE
MACARACAS



UNIVERSIDAD ESPECIALIZADA DE LAS AMERICAS

FORMATO DE ENCUESTAS

CARRERA SEGURIDAD ALIMENTARIA NUTRICIONAL

**ANALISIS MICROBIOLÓGICOS DEL AGUA EN LA PLANTA POTABILIZADORA
QUE ABASTECE DE AGUA POTABLE A LA COMUNIDAD DE MACARACAS
CABECERA, PROVINCIA DE LOS SANTOS.**

Con el fin de recabar información para realizar el trabajo de grado, el cual ayudará a la culminación de mis estudios superiores y cuyo tema de investigación es "**Análisis microbiológicos del agua en la planta potabilizadora que abastece de agua potable a la comunidad de Macaracas cabecera, provincia de Los Santos**". Requiero de su cooperación para que responda a los ítems de la siguiente encuesta que permita recabar información de la problemática con respecto a la calidad del agua potable. Las respuestas que usted proporcione serán de estricta confidencialidad para la finalidad de este estudio. Le agradezco el tiempo y la oportunidad que me brinda para recopilar la información necesaria.

Instrucciones. La presente encuesta está basada en preguntas cerradas, el cual requiere de colocar una cruz (x) en la opción que usted elija.

DATOS GENERALES DE LA VIVIENDA

- A. ¿Su residencia está ubicada cerca de la toma de agua potable del IDAN?
- Si
 No
- B. ¿Cuál es el nombre de la barriada donde está ubicada su residencia?
- Bella Vista
 El guabo
 El Coco
 Central
 El Nazareno
 El Estacón

DATOS GENERALES DEL ENCUESTADO

- A. Sexo
- Masculino
 Femenino
- B. Edad
- De 40 a 50.

De 51 a 60.

De 61 a 70.

DATOS SOBRE SATISFACCION

- A. ¿De qué río proviene el agua de su consumo?
- Río Estivaná
 - Río Cacao
- B. ¿Se siente satisfecho con la calidad del agua potable?
- Si
 - No
- C. ¿Cómo considera usted el servicio de agua potable?
- Bueno
 - Regular
 - Malo
- D. ¿Cree usted que el agua potable que recibe en su hogar pueda estar contaminada?
- Si
 - No
- E. ¿Qué aspectos físicos (color) indeseables ha podido observar en el agua que sale del grifo?
- Transparente
 - Turbio
 - Chocolate
- F. ¿Qué aspecto físico (olor) ha percibido en el agua potable que sale del grifo?
- Tierra
 - Productos químicos (cloro)
 - Desechos orgánicos
 - Excretas de animales
- G. ¿Qué aspecto físico (sabor) ha percibido en el agua potable que sale del grifo?
- Dulce
 - Acido
 - Amargo
 - Salado
- H. ¿Algún miembro de su familia ha presentado algún síntoma después de haber ingerido agua potable?
- Si
 - No
- I. Si la respuesta anterior es afirmativa, ¿Qué síntomas ha presentado?
- Vómitos
 - Diarreas
 - Fiebre
 - Todas las anteriores.

¡GRACIAS, POR SU COLABORACION!

ANEXOS IV

IMÁGENES DE LA INVESTIGACIÓN

IMAGEN N°1. Aguas Procedentes del Matadero de Macaracas



El agua de color verde que se observa en la imagen llega a través de canales hasta el Río Estivaná. La misma desemboca en la parte de arriba de la potabilizadora que abastece a la comunidad de Macaracas.

IMAGEN N°2. Desperdicios de Centros Porcinos



Agua contaminada de color verde procedente de centros porcinos, la misma llega a la fuente de agua cruda que abastece de agua a la potabilizadora de Macaracas.

IMAGEN N°3. Centros Porcinos



Factores de contaminación que están ubicados a orillas del Río Estivaná.

IMAGEN N°4. Río Estivaná



Fuente de agua cruda de alimenta de agua a la planta potabilizadora de la comunidad de Macaracas Cabecera.

IMAGEN N°5. Fuente de Agua Cruda



Lo que se observa en la imagen es una cámara que capta el agua de la fuente de agua cruda.

IMAGEN N°6. Proceso de Sedimentación en la Planta Potabilizadora de Macaracas Cabecera



El agua pasa por los canales y la sedimentación de esta va al fondo, al terminar este proceso el agua debe llegar lo más clara posible.

IMAGEN N°7. Sistema de Filtración y Cloración del agua en la Planta Potabilizadora de Macaracas Cabecera



Esta agua en este punto está lista para ir al sistema de distribución y llegar a los hogares para ser consumida.

IMAGEN N°8. Sistema de Distribución del Agua Potable en la Planta Potabilizadora



Estos tanques observados en la imagen contienen el agua lista para ser llegada a los hogares por medio de tuberías y la misma consumida por la población.

IMAGEN N°9. Toma de muestra



Recolección de la muestra en la fuente de agua cruda, Río Estivaná. La muestra fue tomada en época de invierno y el río se encontraba sucio debido a la crecida del día anterior.

IMAGEN N°10. Toma de muestra



Recolección de la muestra dentro de la planta potabilizadora de Macaracas.

IMAGEN N°11. Toma de muestra



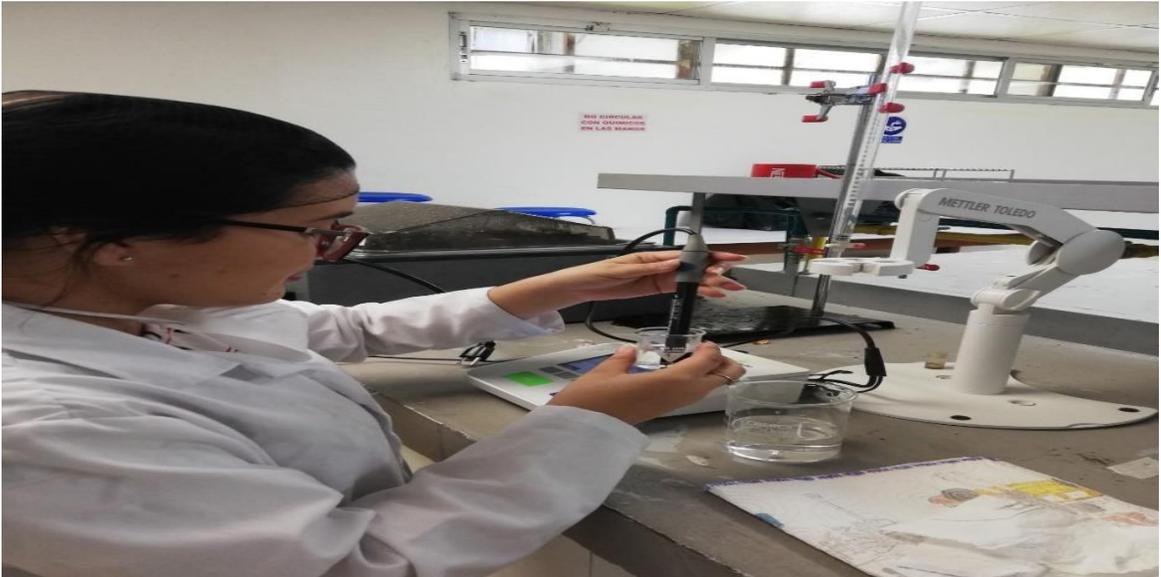
Recolección de las muestras en los grifos de los hogares en la comunidad de Macaracas Cabecera, Provincia de Los Santos.

IMAGEN N°12. Análisis de Propiedades Físicas



Toma de la Temperatura. Las muestras se mantuvieron en frío desde que fueron tomadas hasta llegar al laboratorio de UDELAS. Las mismas se conservaron a una temperatura de $4^{\circ}\text{C} - 6^{\circ}\text{C}$.

IMAGEN N°13. Análisis de propiedades químicas



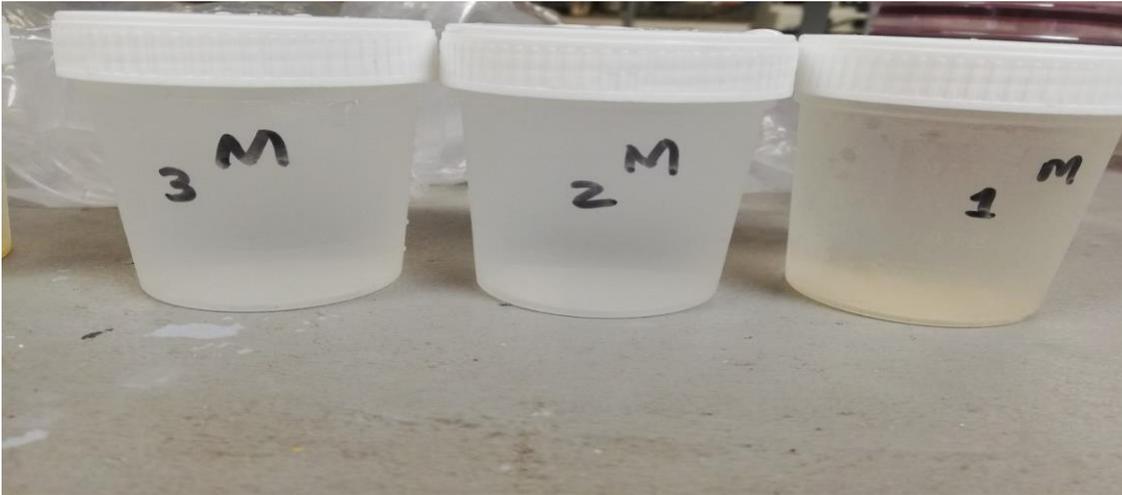
Pruebas de pH. Esta prueba fue realizada con la ayuda de un peachimetro en el laboratorio de la Universidad Especializada de las Américas.

IMAGEN N°14. Análisis de propiedades físicas



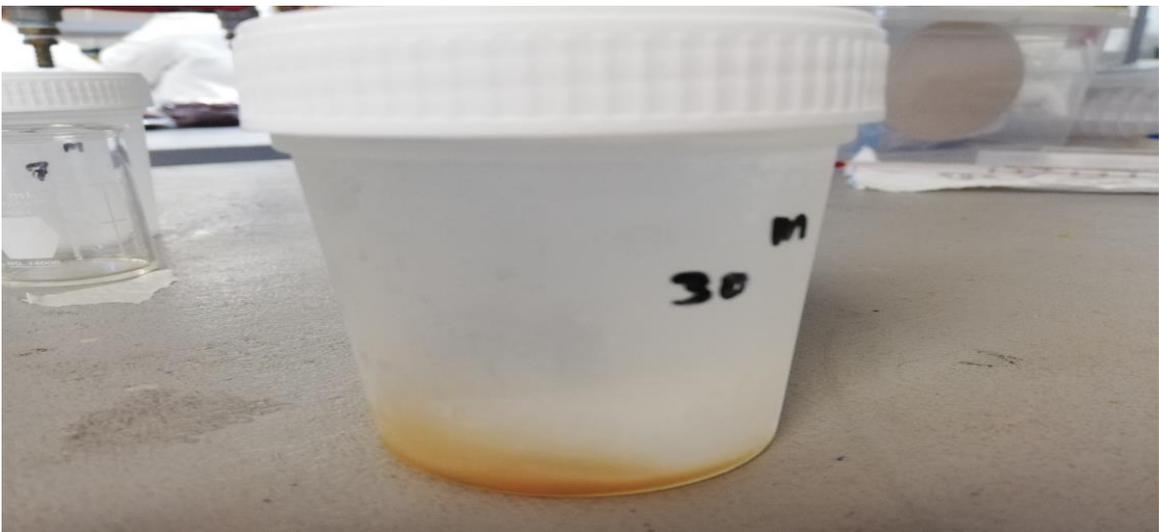
Toma de la Densidad. Se toma el peso del agua para luego calcular la densidad.

IMAGEN N°15. Análisis de Propiedades Físicas



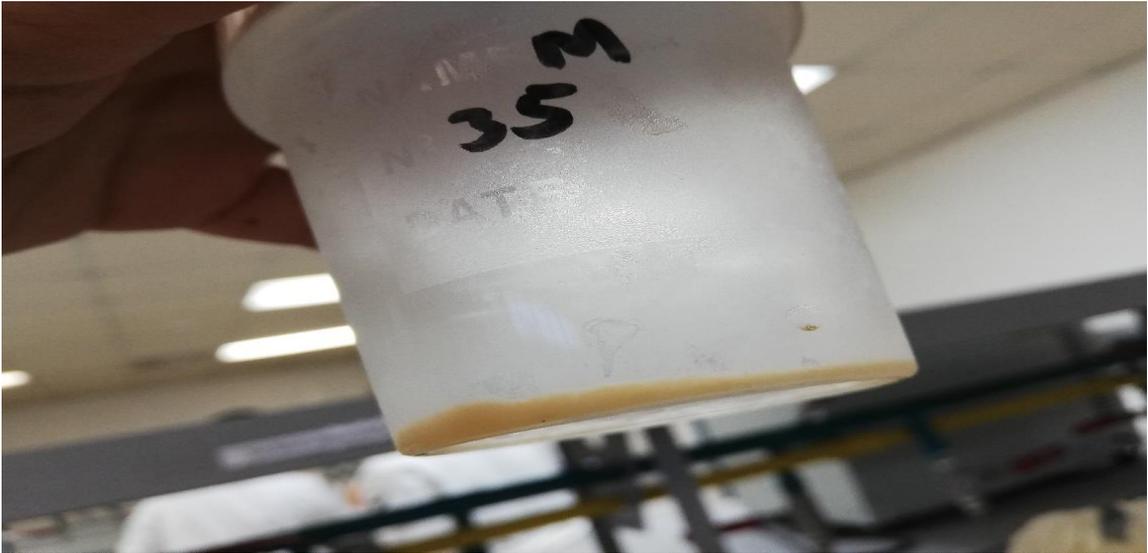
Análisis de la Turbidez en los Tres Puntos de la Planta Potabilizadora. Se puede observar que la muestra 1 corresponde a la fuente de agua cruda (Río Estivaná), la muestra 2 fue tomada durante el proceso y la muestra 3 en el sistema de distribución. La turbidez fue medida contra luz.

IMAGEN N°16. Presencia de Sedimentación



Sedimentación en Las Muestras procedentes de los moradores en Macaracas Cabecera. En varias muestras se pudo observar esta nata de color chocolate en el fondo del recipiente.

IMAGEN N°17. Análisis Físicos de Partículas en Suspensión



Se observan pequeñas partículas de color chocolate que flotan en el agua.

IMAGEN N°18. Cultivo en un Medio de Agar Mac-Conkey



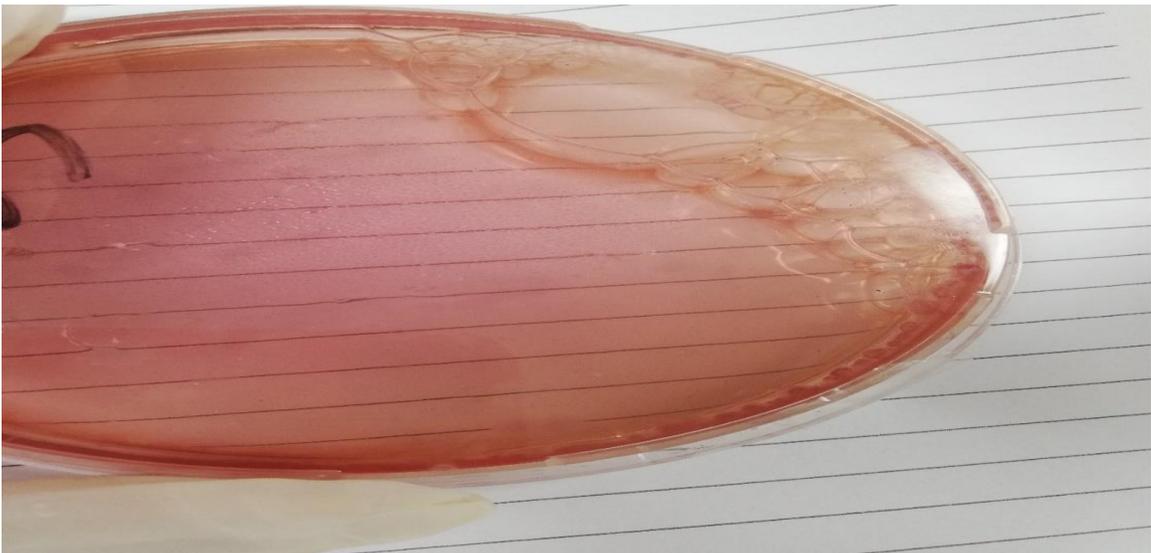
Siembra de las Muestras en Agar Mc- Conkey. En este cultivo crecen colonias de bacterias coliformes fecales.

IMAGEN N°19. Cultivo en un Medio de Agar Nutritivo



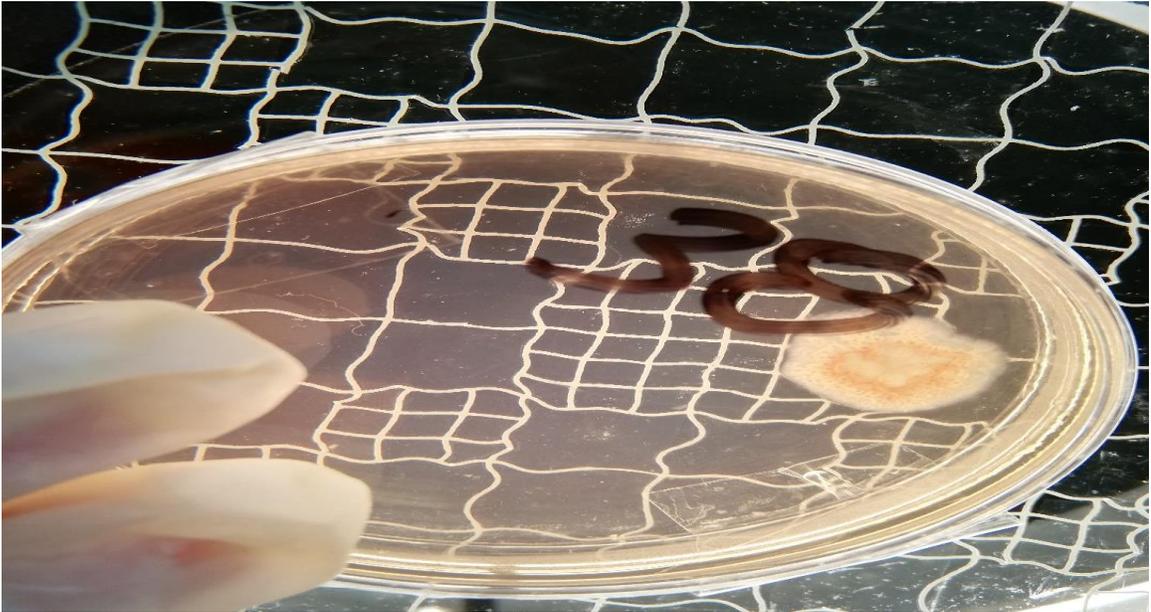
Siembra de las Muestras en Agar Nutritivo. En este cultivo se da el crecimiento de bacterias totales.

IMAGEN N°20. Resultados del Cultivo en Agar MacConkey



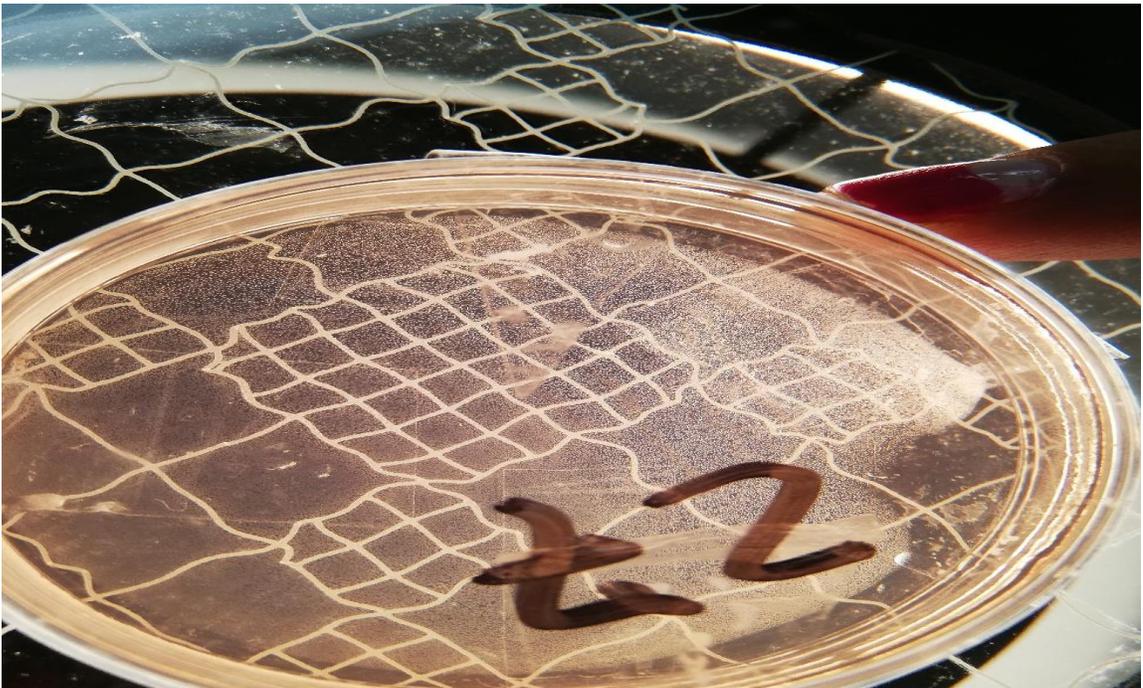
Generación de Gas en Cultivo de Agar MacConkey. Las bacterias coliformes que pueden crecer en este cultivo tienen la característica de fermentar la lactosa, por lo que generan gas.

IMAGEN N°21. Resultados en el Cultivo de Agar MacConkey



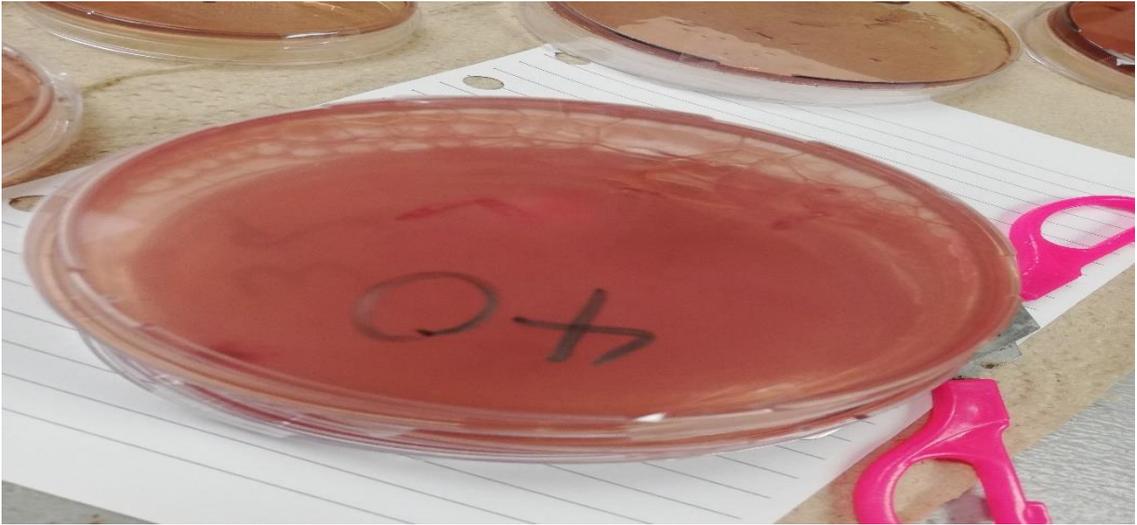
Crecimiento de Colonias en Agar MacConkey. Se puede apreciar una colonia de color chocolate con un halo que lo rodea de color amarillo.

IMAGEN N°22. Resultados del Cultivo en Agar MacConkey



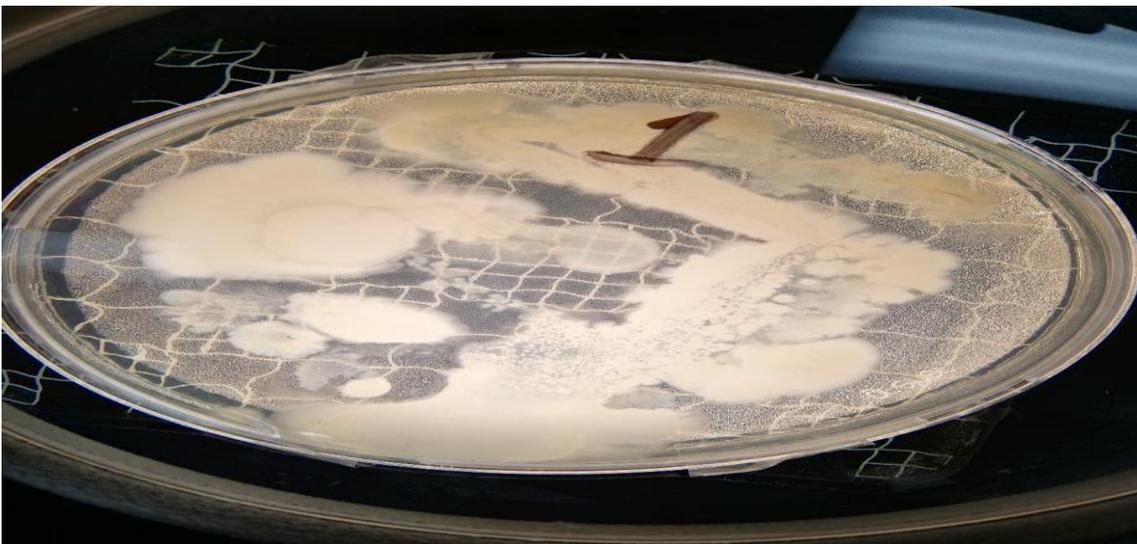
Cultivo en Agar MacConkey. El cultivo presentó un cambio de color de rojo a rosa, lo que muestra un crecimiento bacterial.

IMAGEN N°23. Resultados del Cultivo en Agar MacConkey



Cultivo en Agar MacConkey. En este cultivo se tornó un cambio de color del mismo, acompañado de generación de gas.

IMAGEN N°24. Resultados del Cultivo en Agar Nutritivo



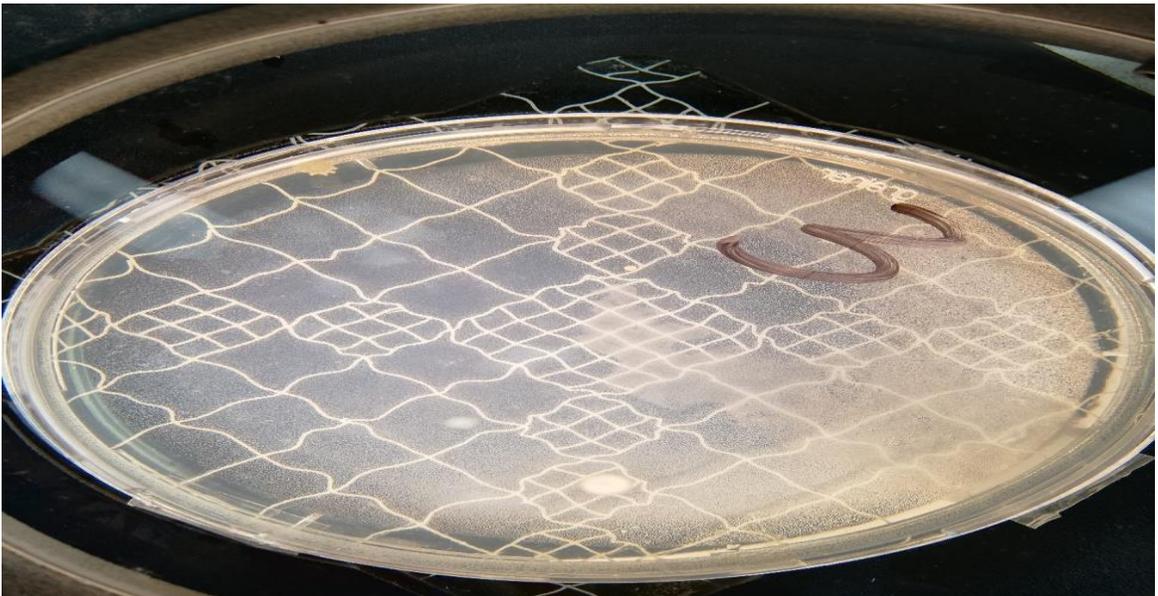
Cultivo en Agar Nutritivo. Esta muestra pertenece a la fuente de agua cruda (Rio Estivaná) y la misma contiene crecimiento de bacterias de color blancas, grandes y esponjosas.

IMAGEN N°25. Resultados del Cultivo en Agar Nutritivo



Cultivo en Agar Nutritivo. La muestra analizada fue recogida durante el proceso de potabilización y se observa la presencia de bacterias de color crema, rosada, amarillas y blancas con forma redonda.

IMAGEN N°26. Resultados del Cultivo en Agar Nutritivo



Cultivo en Agar Nutritivo. La muestra cultivada proviene del sistema de distribución de la planta potabilizadora que abastece de agua potable a la comunidad de Macaracas, la misma presenta crecimiento de bacterias de color blancas y chocolate.

IMAGEN N°27. Resultados del Cultivo en Agar Nutritivo



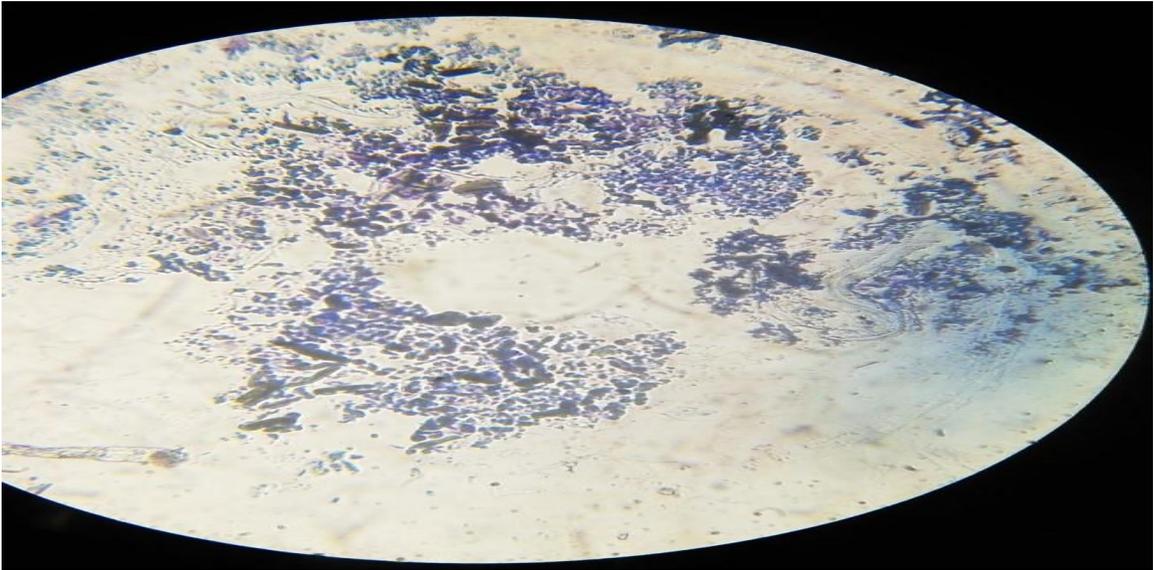
Cultivo en Agar Nutritivo. Durante el conteo de bacterias se pudo observar el cambio de color en el cultivo, junto con el crecimiento de bacterias blancas, esponjosas.

IMAGEN N°28. Prueba de Tinción de Gram



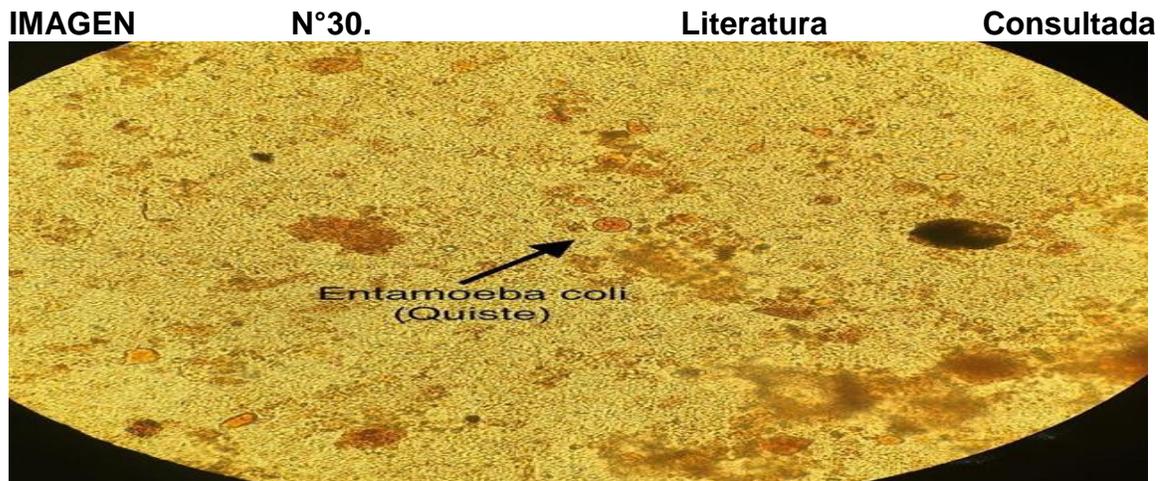
Tinción de Gram. Se busca determinar la presencia de bacterias Gram+ y Gram-. las bacterias Gram+ se van a colorear de moradas, mientras que las Gram- se colorean de color rosado, rojo o grosella.

IMAGEN N°29. Resultados Microscópicos



Tinción de Gram. En la imagen se observan bacterias Gram+ ya que las mismas se tiñeron de color violeta.

Comparación de Observación Microscópica de la IMAGEN N°30 y 31.



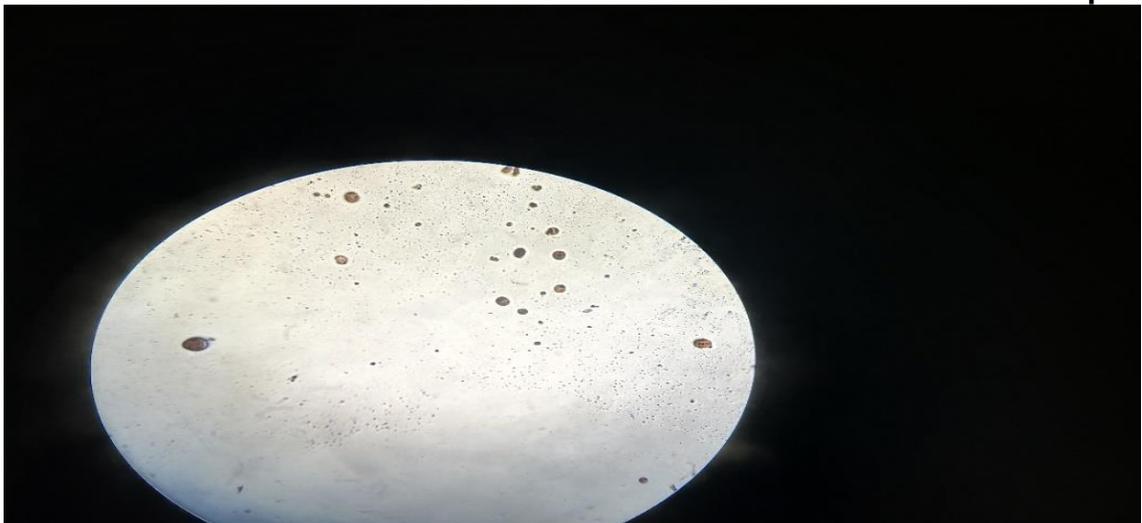
Muestra la imagen las características de un protozooario denominado Entamoeba Coli, el mismo se encuentra en las heces y se puede obtener al consumir agua contaminada.

IMAGEN N°31. Observación Microscópica



La imagen muestra la similitud de los resultados con la teoría consultada, por lo que podríamos estar frente a Entamoeba Coli. Este agente fue encontrado en mayor o menor concentración en todas las muestras analizadas en el laboratorio.

IMAGEN N°32. Resultados de una Observación Microscopica



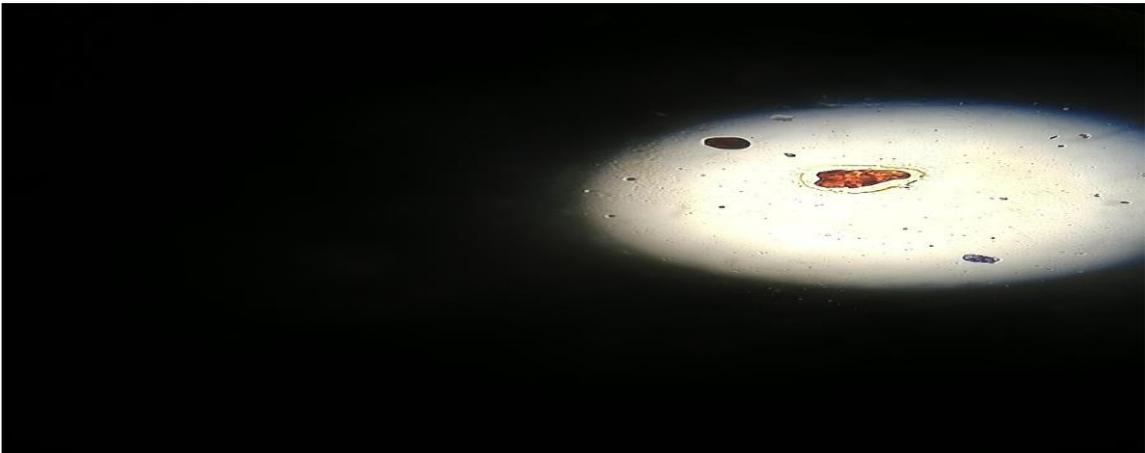
Observación Microscópica de la Muestra de Fuente de Agua Cruda. Lo observado en la imagen son pequeñas protuberancias circulares de color naranja, características familiares al agente parasitario denominado Entamoeba Coli.

IMAGEN N°33. Observación Microscópica



Observación Microscópica. La imagen otorga a la muestra tomada durante el proceso de potabilización del agua en la planta potabilizadora de Macaracas. Los pequeños círculos de color naranja poseen las características del agente parasitario llamado Entamoeba Coli.

IMAGEN N°34. Observación Microscópica



Observación Microscópica. Se observa un parasito pintado de color naranja con características parecidas a la Entamoeba Coli que es un protozoario. También se aprecia el crecimiento de bacterias Gram+ pintadas de color morado.

Comparación de una Observación Microscópica de la imagen N°35 Y 36.

IMAGEN N°35. Teoría Consultada



La imagen muestra las características de la Entamoeba Histolytica.

IMAGEN

N°36.

Observación

Microscópica



Observación Microscópica. Tomando como referencia a la teoría consultada podemos estar frente a un quiste de Entamoeba histolytica.

IMAGEN N° 37. Observación Microscopica



La imagen microscopica muestra un microorganismos que según sus características, se puede estar frente a una Entamoeba histolytica.

IMAGEN N° 38. Observacion Microscopica



La observación microscópica de la imagen muestra cristales en forma de agujas, según la literatura consultada se puede tratar de rafidios. Esta observación se dio en dos muestras la N°5 Y N°33 ambas proceden de las residencias.

IMAGEN N° 39. Observación Microscópica



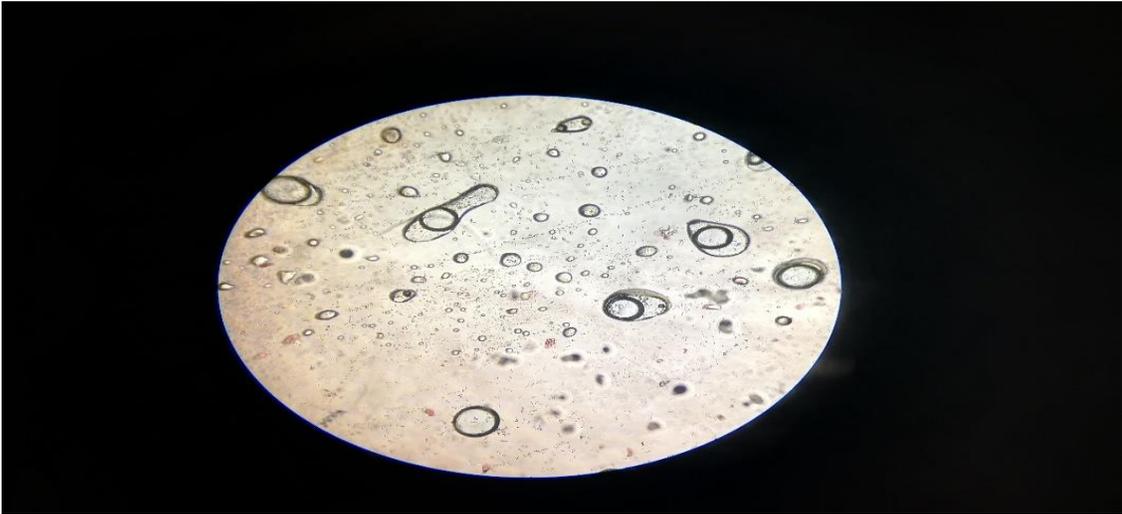
La imagen muestra dos agentes con forma alargada, uno más pequeño que el otro. Estos microorganismos son parásitos y la muestra donde fueron encontrados corresponde a las residencias.

IMAGEN N° 40. Observación Microscópica



En la fotografía se puede observar la presencia de parásitos según las características que posee. Este microorganismo fue encontrado en algunas muestras correspondientes a las residencias.

IMAGEN N° 41. Observación Microscópica



La fotografía presenta huevecillos o quistes que posiblemente pueden pertenecer algún protozooario, por sus características se puede estar frente a quistes de Entamoeba Histolytica.

IMAGEN N° 42. Prueba Confirmatoria



Con un kit de AquaChek se analizaron todas las muestras para determinar la concentración de Cloro Libre Residual, el pH y la alcalinidad en el agua potable.

INDICE DE CUADROS	Pág.
Cuadro N°1. Características Organolépticas del Agua	40
Cuadro N°2. Diagrama de Flujo de la Planta Potabilizadora de Macaracas	51
Cuadro N°3. Puntos para toma de muestras en estudio	57
Cuadro N°4. Pruebas de Temperatura, pH y Densidad	82
Cuadro N°5. Análisis de Color, Olor Turbidez, Partículas Suspendidas y Sedimentación del Agua	84
Cuadro N°6. Determinación del Cloro Libre Residual, pH y Alcalinidad	88
Cuadro N°7. Coliformes Totales en la Planta Potabilizadora del Corregimiento de Macaracas	92
Cuadro N°8. Coliformes Fecales en la Planta Potabilizadora del Corregimiento de Macaracas	92
Cuadros N°9. Resultados de Coliformes Totales en las residencias de la Comunidad de Macaracas	93
Cuadro N°10. Resultados de Coliformes Fecales en las residencias de la Comunidad de Macaracas	94
Cuadro N°11. Bacterias Gram Positivas y Gram Negativas	96
Cuadro N°12. Determinación de Protozoos	98
Cuadro N°13. Cantidad de residencias ubicadas cerca de la planta potabilizadora del IDAAN en el distrito de Macaracas	99
Cuadro N°15. Barriadas donde están ubicadas las residencias de las personas encuestadas en el distrito de Macaracas Cabecera	100

Cuadro N°17. Sexo al que pertenecen los encuestados en el distrito de Macaracas Cabecera	101
Cuadro N°19. Edad que tienen los encuestados en el distrito de Macaracas Cabecera	102
Cuadro N°21. Río del que proviene el agua que consume la población según las personas encuestadas en Macaracas Cabecera	103
Cuadro N°23. Satisfacción en cuanto a la calidad del agua potable de los encuestados en el distrito de Macaracas Cabecera	104
Cuadro N°25. Evaluación del servicio de agua potable de los encuestados en distrito de Macaracas Cabecera	105
Cuadro N°27. Contaminación del agua potable según los encuestados en la comunidad de Macaracas Cabecera	106
Cuadro N°29. Aspectos físicos en cuanto a color observados en el agua por los encuestados en Macaracas Cabecera	107
Cuadro N°31. Aspectos físicos en cuanto a olor han sido percibido en el agua potable por los encuestados en la comunidad de Macaracas Cabecera	108
Cuadro N°33. Aspectos físicos en cuanto a sabor detectados en el agua potable por los encuestados en la comunidad de Macaracas Cabecera	110
Cuadro N°35. La familia del encuestado ha presentado algún síntoma, luego de haber ingerido agua potable en la comunidad de Macaracas Cabecera	111
Cuadro N°37. Síntomas que han presentado los encuestados luego de haber ingerido agua potable en el distrito de Macaracas Cabecera	112

INDICE DE GRAFICAS	PÁG.
Grafica N°14	100
Cantidad de residencias encuestadas cerca de la planta potabilizadora del IDAAN en el distrito de Macaracas	
Grafica N°16	101
Barriadas donde están ubicadas las residencias de las personas encuestadas en el distrito de Macaracas Cabecera	
Grafica N°18	102
Sexo al que pertenecen los encuestados en el distrito de Macaracas Cabecera	
Grafica N°20	103
Edad que tienen los encuestados en el distrito de Macaracas Cabecera	
Grafica N°22	104
Rio del que proviene el agua que consume la población, según los encuestados en Macaracas Cabecera	
Grafica N°24	105
Satisfacción en cuanto a la calidad del agua potable de los encuestados en el distrito de Macaracas Cabecera	
Grafica N°26	106
Evaluación del servicio de agua potable de los encuestados en el distrito de Macaracas Cabecera	
Grafica N°28	107
Contaminación del agua potable según los encuestados en la comunidad de Macaracas Cabecera	
Grafica N°30	108
Aspectos físicos en cuanto a color observados en el agua por los encuestados en Macaracas Cabecera	

Grafica N°32	109
Aspectos físicos en cuanto a olor han percibido en el agua potable por los encuestados en la comunidad de Macaracas Cabecera	
Grafica N°34	110
Aspectos físicos en cuanto a sabor detectados en el agua potable por los encuestados en la Comunidad de Macaracas Cabecera	
Grafica N°36	111
La familia del encuestado ha presentado algún síntoma, luego de haber ingerido agua potable en la comunidad de Macaracas Cabecera	
Grafica N°38	112
Síntomas que han presentado los encuestados luego de haber ingerido agua potable en el distrito de Macaracas Cabecera	

GLOSARIO

1. Agua potable: Es aquella que cumple los parámetros que brinda la normativa en cuanto a pruebas químicas, físicas y microbiológicas del agua.
Fuente: https://www.who.int/water_sanitation_health/monitoring/jmp2012/key_terms/es/
2. Calidad del agua: Es un factor que reúne todas las características físicas, químicas y bacteriológicas que deben tener las aguas para consumo humano y las mismas ser consideradas potable.
Fuente: https://members.wto.org/crnattachments/2018/TBT/PAN/18_0626_00_s.pdf
3. Agua contaminada: Se refiere a una alteración de la calidad del agua por factores físicos, químicos o biológicos. Esto puede otorgar un efecto dañino a la salud de quienes la consuman.
Fuente: <https://www.lenntech.es/faq-contaminacion-agua.htm>
4. Coliformes fecales: Son aquellas capaces de fermentar la lactosa de 44.5 °C – 45.5°C. las bacterias que crecerán son: principalmente E. Coli, Klebsiella y Citrobacter.
Fuente: <http://www.calidadmicrobiologica.com.co/microbiologia/coliformes-fecales>
5. Coliformes totales: Pertenecen a la familia *Enterobacteriaceae*, poseen la capacidad de fermentar la lactosa con producción de ácido y gas, por un tiempo de 48 horas y con una temperatura de incubación de 30-37°C.
Fuente: http://coli.usal.es/Web/demo_fundacua/demo2/FiltraMembColiT_uto.html
6. Turbidez: Es un parámetro físico del agua, este mide la transparencia de la misma, mediante la presencia de partículas en suspensión. Cuando hay mayor cantidad de partículas en suspensión la turbidez será más alta, ya que el agua estará más sucia.
Fuente: <https://www.lenntech.es/turbidez.htm>
7. Sedimentación: Proceso que ocurre dentro de la potabilización del agua con el fin de lograr que las partículas más grandes y pesadas se vayan al fondo, de forma que el agua este más limpia, pura y segura.
Fuente: <https://www.ecologiaverde.com/que-es-la-sedimentacion-del-agua-potable-1507.html>

8. Filtración: Proceso para eliminar las partículas en suspensión que no hayan sido descartadas antes, como restos de microorganismos, algas, flóculos de menor tamaño. Los filtros pueden ser de: Arenas, gravas y carbono activado.
Fuente:<https://www.ecologiaverde.com/que-es-la-sedimentacion-del-agua-potable-1507.html>
9. Partículas en suspensión: Son partículas que se encuentran en suspensión en el agua debido al movimiento del líquido o a la densidad del agua. Los sólidos en suspensión pueden ser eliminados mediante la filtración.
Fuente:<https://co.grundfos.com/servicesupport/encyclopediasearch/suspended-solids.html>
10. pH: Es una prueba que muestra la calidad del agua, la misma mide la actividad del potencial de iones de hidrogeno (H^+). El pH indica acides o alcalinidad del agua.
Fuente: <https://www.carbotecnia.info/encyclopedia/que-es-el-ph-del-agua/>
11. Temperatura: Este parámetro puede incidir mucho en la calidad del agua, ya que determina otras propiedades y procesos que tienen lugar en el agua como la viscosidad, la solubilidad de los gases y de las sales.
Fuente:http://www.cma.gva.es/areas/educacion/educacion_ambiental/educ/publicaciones/ciclo_del_agua/cicag/2/2_5_1/main.html
12. Densidad: Es un parámetro que define la calidad del agua, la misma se refiere a el peso contenido en un volumen.
Fuente: <https://www.experimentoscientificos.es/densidad/densidad-agua/>
13. Propiedades Organolépticas: Son las características físicas que se pueden percibir a través de los sentidos, como lo es: el sabor, olor, color, textura.
Fuente:<https://www.consumer.es/seguridadalimentaria/propiedadesorganolepticas-de-los-alimentos.html>
14. Sabor: Es una propiedad organoléptica del agua, esta debe ser insabora por lo que no debe presentar ningún sabor.
Fuente:<https://www.aguaeden.es/blog/el-sabor-del-agua-se-escribe-en-la-lengua>

15. Color: Considerado un parámetro indicador de la calidad del agua potable. Este indicador está asociado a las partículas en suspensión y material disuelto en el agua.
Fuente: <https://higieneambiental.com/aire-agua-y-legionella/color-del-agua-parametro-indicador-de-calidad>
16. Olor: Es una propiedad física del agua. El agua debe ser inolora, pero puede tener algún olor por la presencia de sustancias químicas o microorganismos.
Fuente: <https://www.resources.trojanuv.com/wpcontent/uploads/2018/05/Compuestos-que-causan-Olor-y-Sabor-en-el-Agua-Potable-Hoja-informativa-ES.pdf>
17. Cloro Libre Residual: Es la porción de cloro añadida al agua que tiene la capacidad de oxidar la materia orgánica.
Fuente: https://www.idaan.gob.pa/wpcontent/uploads/2016/04/copanit_23_395reglamentotecnico_99.pdf
18. Tinción de Gram: Es una técnica de laboratorio que permite identificar bacterias de acuerdo con el color que se coloree la superficie. Las bacterias gram positivas se colorean de morado, mientras que las gram negativas de rojo, rosado o grosella.
Fuente: <https://www.webconsultas.com/pruebas-medicas/tincion-de-gram-13399>
19. Bacterias Gram +: está formada en un 90% por peptidoglicano, siendo éste el principal componente que permite diferenciarlas con la pared de las Gram negativas, pues al teñirlas, es gracias a él, al grosor que éste le proporciona, que se logra mantener la coloración del cristal violeta en el interior de la célula al teñirla con la tinción Gram.
Fuente: <https://okdiario.com/curiosidades/bacterias-gram-positivas-697551>
20. Bacterias Gram -: Las Gram negativas son aquellos que no fijan el violeta de genciana porque poseen la capa de lipopolisacárido (peptidoglicano).
Fuente: https://www.ecured.cu/Bacilo_Gram_negativo
21. Fuente de agua cruda: es la fuente de agua sin tratamiento, que alimenta a la planta potabilizadora.
Fuente: https://as.com/deporteyvida/2019/07/17/portada/1563359170_277056.html

22. Agua Tratada: Es aquella que ha sido sometida algún proceso, con el fin de que este exenta de contaminantes que pongan en riesgo la salud de quienes la consuman.
Fuente:<http://www.ecointell.com.mx/plantas-de-tratamiento-de-agua/agua-tratada-y-agua-potable-que-la-hace-optima-para-el-consumo-humano>
23. Unidades formadoras de colonias (UFC): Estas miden el grado de contaminación microbiológica. Se mide en UFC/ml.
Fuente: <https://esacademic.com/dic.nsf/eswiki/1183107>
24. Valor Máximo Permitido VMP: Es el mayor de concentración para cualquiera característica que define la calidad del agua. Por encima del VMP el agua no es apta para consumo humano.
Fuente:https://www.idaan.gob.pa/wpcontent/uploads/2016/04/copanit_23_395reglamentotecnico_99.pdf
25. Sistema de Abastecimiento de Agua Potable: Son las estructuras, equipos, sustancias químicas y materiales utilizados para obtener, conducir, desinfectar, almacenar y distribuir el agua potable hacia los consumidores.
Fuente:https://www.idaan.gob.pa/wpcontent/uploads/2016/04/copanit_23_395reglamentotecnico_99.pdf
26. DGNTI- COPANIT: Reglamento técnico para el agua potable por la Dirección General de Normas y Tecnología Industrial.
Fuente:https://www.idaan.gob.pa/wpcontent/uploads/2016/04/copanit_23_395reglamentotecnico_99.pdf
27. Agentes microbiológicos: Son microorganismos que representan un riesgo a la salud pública.
Fuente:https://www.who.int/foodsafety/areas_work/microbiologicalrisks/es/
28. Características: Cualidades físicas, químicas y biológicas que tiene el agua, lo cual define su calidad.
Fuente:https://www.idaan.gob.pa/wpcontent/uploads/2016/04/copanit_23_395reglamentotecnico_99.pdf
29. Toma de Muestra: Es obtener una muestra de agua representativa para determinar la calidad microbiológica del agua. Esta muestra debe respetar la composición del agua captada.
Fuente:http://coli.usal.es/Web/demo_fundacua/demo2/toma_muestra/toma_muestras.html

30. Sistema de distribución: Se refiere al conjunto de tuberías que va desde la planta potabilizadora, hasta las redes menores que son aquellas que llegan a las residencias.

Fuente:<https://www.aguasyaguas.com.co/calidad.aguasyaguas.com.co/index.php/es/home-es-es/10-contenido/15-distribucion-del-agua>