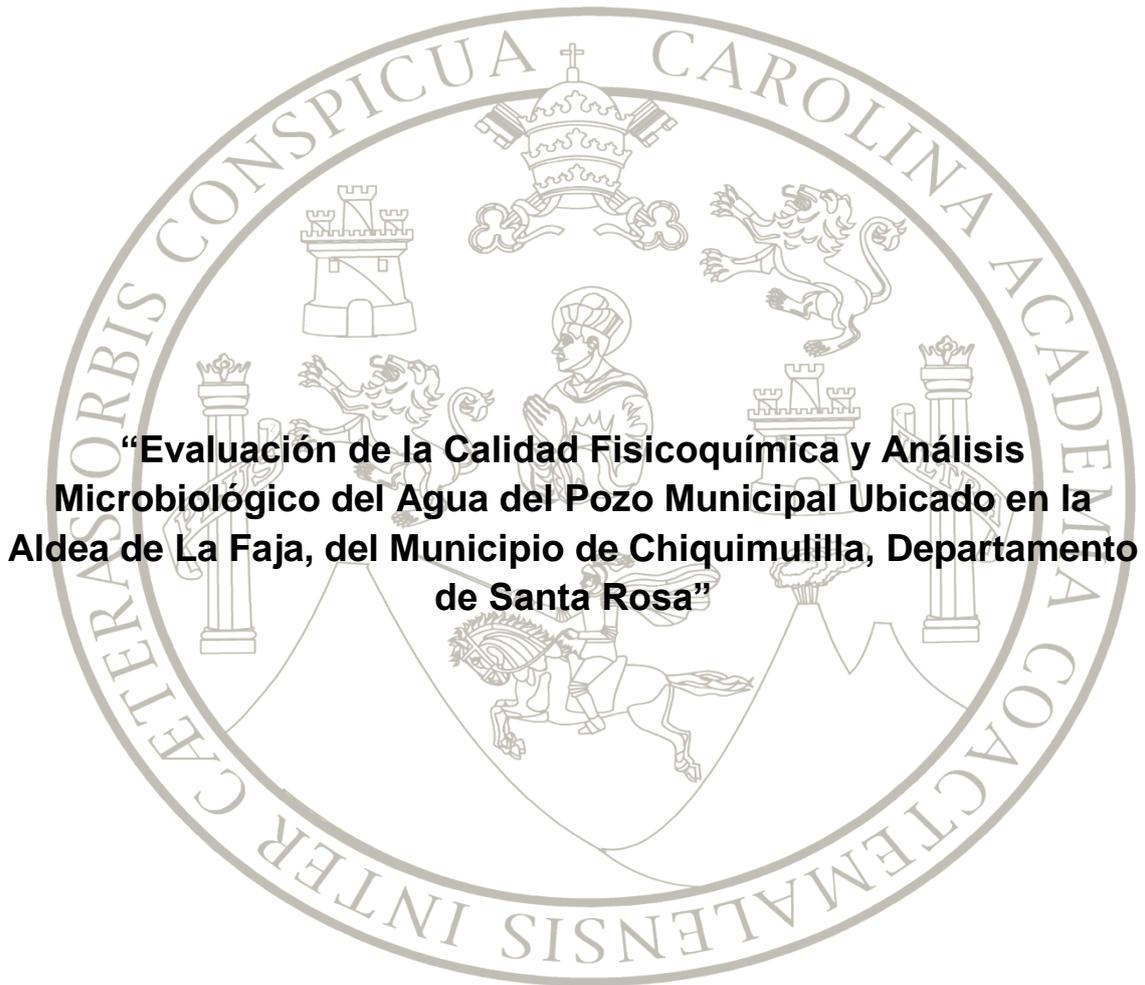


Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia



Alejandra Patricia Escobar Chupina

Química Farmacéutica

Guatemala, septiembre 2015

Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia



**“Evaluación de la Calidad Fisicoquímica y Análisis
Microbiológico del Agua del Pozo Municipal Ubicado en la
Aldea de La Faja, del Municipio de Chiquimulilla, Departamento
de Santa Rosa”**

Informe de Tesis

Presentado por

Alejandra Patricia Escobar Chupina

Para optar al título de
Química Farmacéutica

Guatemala, septiembre 2015

JUNTA DIRECTIVA

Dr. Rubén Dariel Velásquez Miranda	Decano
Licda. Elsa Julieta Salazar Meléndez de Ariza, M.A.	Secretaria
Msc. Miriam Carolina Guzmán Quilo	Vocal I
Dr. Juan Francisco Pérez Quilo	Vocal II
Br. Michael Javier Mó Leal	Vocal IV
Br. Blanqui Eunice Flores De León	Vocal V

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad de San Carlos de Guatemala

A la Facultad de Ciencia Químicas y Farmacia.

A todos los docentes que colaboraron en mi formación Profesional.

Al Laboratorio Ambiental, del Centro Universitario de Oriente -CUNORI-.

(Lic. Abner Rodas e Ing. José Ramiro García)

A la Municipalidad de Chiquimulilla, Santa Rosa

(Señor Alcalde, José Arturo Crespín)

A mi Asesora: Licda. Julia Amparo García, mil gracias.

A mi Revisora: Licda. María Nereida Marroquín, por todo su apoyo para que este trabajo de Tesis fuera posible.

A la Dra. Claudia Mazariegos, por su motivación y apoyo.

ACTO QUE DEDICO

A DIOS:

Gracias por ser la luz en mi camino, por estar a mi lado en todo momento, por tu infinito amor y por darme en la vida lo mas importante para cualquier ser humano, mi familia, el amor, y mis amigos.

A MIS PADRES:

Patricia Chupina y Eldan Escobar:

Gracias por su amor y apoyo incondicional, por ser los mejores padres, por enseñarme los verdaderos valores de la vida, por estar a mi lado en todo momento y por enseñarme a levantarme ante cualquier adversidad, ya que sin ustedes esta meta que ahora alcanzo nunca hubiese sido posible. Los amo infinitamente y es para ustedes de manera especial este triunfo.

A MI HIJA:

Elisa Rubí:

Gracias por ser mi orgullo, mi fuerza y mayor motivación para concluir esta etapa de mi vida, espero sirva de ejemplo para que siempre luches por alcanzar tus objetivos mi nena hermosa, todo se puede con amor, esfuerzo y con Fe.

A MI HERMANO:

Gracias Alex porque siempre has estado a mi lado cuando más lo he necesitado, pues sos la persona con la que he compartido la mayor parte de mi vida, gracias por ayudarme siempre en todo, le doy mil gracias a Dios de que el único hermano que me dio seas vos, pues vales como si tuviera un número incontable de hermanos.

A MI ESPOSO:

Marlon Albanés

Gracias por tu amor, tu apoyo, comprensión, por ser un ser humano excepcional, gracias por estar siempre para mí, por enseñarme a ver el mundo de la manera en que siempre quise. Te amo.

A MIS ABUELITOS:

Faustino Chupina +, Rosalio Escobar+ y Aura Solares:

Gracias infinitas por sus consejos y amor.

Hortencia Álvarez +:

Gracias especialmente a ti mi viejita hermosa, fuiste mi segunda madre, jamás olvidaré tus consejos, tu apoyo y tu amor incondicional, no hubo tiempo para que vivieras físicamente esta felicidad conmigo, pero hasta el cielo te ha de llegar el resplandor de mi amor hacia ti.

A MIS AMIGOS:

Gracias por su amistad incondicional, y por ser en mi vida algo realmente importante. De manera especial a: Gerber, Michelle, José Carlos y Luis Fernando: a ustedes mil gracias por estar conmigo en todo momento, por compartir mis alegrías y tristezas siempre y por estar allí, no importando la hora ni el día. Gracias de todo corazón.

A MIS SOBRINOS:

Tania y André:

Gracias por amor y apoyo a pesar de ser pequeñitos, espero que de igual manera que a Elisa, mi triunfo les sirva de ejemplo en su vida.

A MI CUÑADA:

Gladis Asturias

Gracias por su apoyo y cariño.

A MI ASESORA DE TESIS:

Licda. Julia Amparo García

Gracias por todo su apoyo y enseñanza, por su tiempo dedicado en mi trabajo de tesis y por ser aparte de catedrática, una amiga.

Índice

1.	Resumen.....	1
2.	Introducción.....	2
3.	Antecedentes.....	4
4.	Justificación.....	23
5.	Objetivos.....	25
6.	Hipótesis.....	26
7.	Materiales y Métodos.....	27
8.	Resultados.....	40
9.	Discusión de Resultados.....	48
10.	Conclusiones.....	51
11.	Recomendaciones.....	52
12.	Referencias Bibliográficas.....	54
13.	Anexo.....	57

1. Resumen

El presente trabajo de investigación estableció el estado sanitario del agua del pozo municipal ubicado en la aldea La Faja, Chiquimulilla, Santa Rosa. Realizando las pruebas necesarias físicas, químicas y microbiológicas; con el cual se estableció si el agua cumple o no con las especificaciones recomendadas en la norma COGUANOR NGO 29001 presentando un informe de los resultados obtenidos acerca de la calidad del agua, si es o no apta para el consumo humano.

Se realizó un diseño por conveniencia en el cual el número de muestras a recolectar fue proporcional en base al número total de casas que reciben agua del pozo municipal ubicado en la Aldea la Faja del Municipio de Chiquimulilla, obteniendo el número de muestras proporcionalmente a la cantidad de casas a las que llega agua del pozo y la selección de las casas muestreadas fue al azar. El muestreo se realizó una vez al mes durante cuatro meses.

Para la realización de esta investigación se solicitó el apoyo de la Municipalidad de Chiquimulilla, a quienes se les informó sobre los resultados, los cuales fueron tomados en cuenta para mejorar el proceso de potabilización del agua, ya que no se había dado un buen mantenimiento al pozo distribuidor y en raras ocasiones se adicionaba la pastilla de tricloro.

El agua del pozo municipal ubicado en la aldea La Faja, Chiquimulilla, Santa Rosa cumple con las especificaciones recomendadas en la norma COGUANOR NGO 2900,1 por lo tanto es apta para el consumo humano.

2. Introducción

El agua potable es un recurso natural indispensable y vital para todo ser vivo y de manera especial para el ser humano. Nuestro país afronta actualmente el problema de que el agua que abastece las casas en el interior de la República está contaminada, lo cual acarrea graves condiciones de salud.

Es importante desde el punto de vista sanitario y epidemiológico que la población cuente con servicio de agua potable, ya que se debe tomar en cuenta que la mayoría de las enfermedades intestinales de origen parasitario como lo son: fiebre tifoidea, cólera, hepatitis, entre otras; son transmitidas cuando el agua no es potable (OMS. 2008).

La población más expuesta a las enfermedades transmitidas por el agua, ya sea por contaminantes microbiológicos o químicos, son los lactantes y los niños pequeños, las personas debilitadas o que viven en condiciones antihigiénicas, los enfermos, especialmente los inmunocomprometidos y los ancianos. Las dosis que pueden provocar infecciones o daños en los organismos de estos sectores expuestos de población son significativamente menores que las correspondientes a la población adulta y sana en general (López, J. 2011).

Por lo tanto es importante desde el punto de vista sanitario y epidemiológico, que se brinde a la población un servicio de agua de calidad, ya que se debe tomar en cuenta que la mayoría de las enfermedades intestinales son transmitidas cuando el agua que se consume no es potable. Además, es importante brindar educación sanitaria a los habitantes de cada comunidad sobre medidas de higiene, de clorificación y de la importancia de consumir agua de calidad.

El trabajo realizado fue la evaluación de la calidad fisicoquímica y análisis microbiológico del agua distribuida para consumo humano, proveniente del pozo municipal ubicado en la aldea La Faja del Municipio de Chiquimulilla, Departamento

de Santa Rosa, evaluando tanto la calidad con la que sale del pozo, así como la calidad con la que llega al chorro de cada una de las casas de los habitantes, esto se realizó para prevenir los problemas de salud relacionados con el consumo de agua contaminada en dicha comunidad.

Para realizar la evaluación de la calidad fisicoquímica y el análisis microbiológico del agua se evaluó si ésta cumple con las características organolépticas y con los estándares físicos, químicos y microbiológicos establecidos por normativas, siendo utilizadas en este caso, la normativa nacional COGUANOR 29,001 e internacionales como las de la Organización Mundial de la Salud (OMS).

Para llevar a cabo los análisis, se tomó como universo de trabajo el agua que se distribuye para consumo humano del pozo municipal ubicado en la aldea La Faja, del Municipio de Chiquimulilla, Santa Rosa, de donde se realizó un muestreo durante cuatro meses, tomando una muestra del agua del pozo como tal y de diez diferentes puntos de distribución (casas). Dichas muestras fueron tomadas con las medidas estándares de muestreo, en recipientes inertes, tras un correcto lavado según la normativa nacional COGUANOR 29,001 consultada, transportadas bajo las condiciones requeridas al laboratorio para su posterior análisis fisicoquímico y microbiológico, concluyendo en base a los resultados obtenidos, que el agua es apta para consumo humano, dichos resultados, fueron comunicados verbalmente a las autoridades municipales del lugar, luego del primer muestreo y mediante un oficio al final del estudio, para que se tomara las medidas que corresponden para mantener la calidad que posee el agua del pozo en análisis.

3. Antecedentes

3.1. El agua tiene una importancia esencial porque es el medio en el cual se realizan procesos vitales, todos los organismos vivos contienen agua, tanto en los animales como en las plantas el contenido del agua varía, dentro de los límites comprendidos entre la mitad y los 9/10 del peso total del organismo, también el cuerpo humano está constituido por agua, según un porcentaje en peso que es máximo en los primeros meses de vida embrionaria (cerca del 97%), y disminuye con la edad.

En lo que respecta a la calidad del agua, todas las comunidades difieren mucho en carácter y tamaño, pero todas tienen las mismas preocupaciones por hallar, tratar y distribuir agua para usos industriales, comerciales y residenciales, sin embargo la calidad del agua establecida por las normas de potabilización obligatoria para todo el abastecimiento es indispensable.

El agua se ha tratado durante miles de años por variados procesos hasta que se descubrió que el cloro era efectivo como desinfectante al destruir los microorganismos patógenos. Debido a que el agua es básica para la vida el interés público por el control de su calidad es muy grande, al paso de los años, las normas de calidad se han vuelto más estrictas por la demanda pública y a la preocupación por los efectos de contaminantes específicos.

La calidad del agua debe satisfacer dos requerimientos: uno de ellos es carecer de riesgos para su consumo y el otro es motivar su utilización ya que el agua no debe contener sustancias químicas a concentraciones que puedan amenazar la salud humana; además, debe ser tan agradable como las circunstancias lo permitan (Molina, M.2009).

3.2.Datos geográficos del área a muestrear

El municipio de Chiquimulilla está situado en el sur del departamento de Santa Rosa, Región suroriental de Guatemala el cual se localiza en la latitud 14° 05' 13" y en la longitud 90° 22' 48". Está limitado al norte con el municipio de Cuilapa y Pueblo Nuevo Viñas (ambos municipios de Santa Rosa); al sur con el Océano Pacífico; al este con Pasaco y Moyuta (municipios de Jutiapa), Santa María Ixhuitán y San Juan Tecuaco (municipios de Santa Rosa); y al oeste con el municipio de Guazacapán (Santa Rosa).

Su extensión territorial es de aproximadamente 499 km², se encuentra a una altura aproximada de 294 msnm, su clima es muy cálido. Se encuentra a una distancia de 39 Km de la cabecera departamental (Cuilapa) y a 116 Km de la ciudad capital de Guatemala. Con una población de aproximadamente 12,842 habitantes.

Entre los recursos hídricos de dicho lugar están los ríos Oliveros, El Jute, Frío, Grande, Ixcatuna, Las Flores, Las Marías, Los Esclavos, Margaritas, Paso Caballos, Pinzón, Sinacantán, Ulapa, Umoca, Urayala y Uxuna. Sin embargo, cada municipalidad cuenta con pozos mecánicos para suministrar agua potable a sus pobladores.

Los Cerritos es una aldea del municipio de Chiquimulilla que se dedica a la agricultura de caña, maíz, maicillo, piña, sandía, melón, papaya, plátanos, mangos, entre otros y a la crianza de animales porcinos, bovinos, avícolas, etc., así como a la elaboración de productos derivados de los mismos, tales como queso, crema, leche pura y procesada, todo para consumo propio de la aldea y para exportación nacional e internacional (Escalante, M. 2014).

3.3.Deterioro Hídrico en Guatemala

A nivel mundial las aguas se han contaminado por el uso agropecuario, el uso público y el industrial. La agricultura moderna ha contribuido a una contaminación mayor debido al uso de fertilizantes y plaguicidas, mismos que van a dar a los cuerpos de agua. Las sustancias químicas de uso doméstico que se generan por los detergentes, disolventes y restos alimenticios o descargas fecales (Martínez, J. 2010).

En Guatemala el porcentaje de la población que tiene acceso al agua potable y servicios sanitarios es extremadamente bajo. La mayoría de las áreas rurales no poseen sistemas convencionales de aguas negras sino solamente letrinas. Guatemala tiene el índice más alto de mortalidad infantil, esto se debe en gran parte a la contaminación del agua (FAO, 2011).

La contaminación de los recursos de agua en Guatemala representa un gran problema. A lo largo de todo el país prevalece la contaminación del agua superficial y de aguas subterráneas poco profundas. Las aguas negras provenientes del sector doméstico y los flujos agrícolas ocasionan la contaminación biológica del agua cerca. El agua superficial está cargada de heces particularmente en las áreas densamente pobladas. Muchos ríos se consideran severamente contaminados. Muchos acuíferos poco profundos se están contaminando debido a la contaminación superficial, esto está causando la dependencia de pozos y fuentes de agua más profundas para proporcionar agua potable (FAO, 2011).

Aparte de la creciente contaminación de las fuentes hídricas, el método de desinfección es otro problema a tratar. En la ciudad de Guatemala se cuenta con sistemas formales de tratamiento de agua, tales como las plantas potabilizadoras, pero en el área rural el tratamiento del agua para consumo es a nivel doméstico,

utilizándose básicamente la desinfección con cloro y ebullición (INFOM, 2006).

3.4.Importancia de la calidad del agua de consumo humano

El agua de consumo humano ha sido definida en las Guías de Calidad del Agua de Bebida de la Organización Mundial de la Salud - OMS (1984), como “*adecuada para consumo humano y para todo uso doméstico habitual, incluida la higiene personal*” Está implícito en esta definición el requerimiento de que el agua no debe presentar ningún tipo de riesgo que pueda causar irritación química, intoxicación o infección microbiológica que sea perjudicial a la salud humana. La importancia del agua de bebida como vehículo de dispersión de enfermedades ha sido largamente reconocida. La mayor parte de las enfermedades prevalentes en los países en desarrollo, donde el abastecimiento de agua y el saneamiento son deficientes, son causadas por bacterias, amebas, virus y helmintos. Estos organismos causan enfermedades que varían en severidad y van desde ligeras gastroenteritis a severas, y algunas veces, a fatales enfermedades de proporciones epidémicas. La calidad microbiológica del agua de consumo humano es de gran importancia y el monitoreo de un indicador bacteriano tal como el Coliforme total y el termotolerante debe dársele la más alta prioridad dentro de la política del Abastecedor de agua. De otra parte, la contaminación química también es importante, pero ello no está asociado con efectos agudos sobre la salud humana y por lo tanto debe tener una menor prioridad que la evaluación de la contaminación bacteriológica y que muchas veces resulta irrelevante en zonas donde enfermedades relacionadas con el agua y enfermedades parasitarias muestran elevados índices de prevalencia (López, J. 2011).

3.5.Contaminantes del Agua

La calidad del agua potable ha sido un factor determinante del bienestar humano. El agua insalubre contaminada por fuentes naturales o humanas sigue causando grandes problemas a las personas que se ven obligadas a usarla. Epidemias han

sido causadas por bacterias y virus infecciosos, transportados en agua potable. Actualmente la seguridad del agua abarca también la presencia potencial de contaminantes químicos, tanto orgánicos como inorgánicos y metales pesados, procedentes de fuentes industriales, agrícolas y de la escorrentía urbana (Manahan, 2007).

Las fuentes de contaminación biológicas se inician por desechos de origen humano y/o animal, ya que éstos pueden contener una gran cantidad de bacterias, virus y protozoarios patógenos, así como helmintos parásitos (Tórtola, 2007).

A través de las excretas de seres humanos y animales, en particular de las heces, se transmiten las enfermedades infecciosas. Los patógenos que representan un riesgo grave para la salud humana que se pueden encontrar en el agua son: *Salmonella* spp., *Shigella* spp., *Escherichia coli* O157:H7, *Vibrio cholerae*, *Yersinia enterocolítica*, *Campylobacter jejuni* y *Campylobacter coli*.

También hay otro tipo de contaminación de la cual se debe proteger la fuente de agua y es la producida por desechos químicos tóxicos provenientes de industrias, fertilizantes y/o desinfectantes químicos. Aunque químicamente son pocas las sustancias presentes en el agua que pueden causar problemas de salud agudos, solo si se da la contaminación accidental masiva del abastecimiento, los problemas relacionados con las sustancias químicas en el agua se deben, sobre todo, a que éstas pueden afectar negativamente la salud tras exposición prolongada. Las sustancias más peligrosas son los contaminantes con propiedades tóxicas acumulativas, como los metales pesados y las sustancias cancerígenas, problemas del hígado o riñones y/o dificultades en la reproducción (OMS, 2008).

3.6. Implicaciones de salud por agentes patógenos en el agua

A nivel mundial, el 80% de las enfermedades infecciosas y parasitarias gastrointestinales y una tercera parte de las defunciones causadas por éstas se deben al uso y consumo de agua insalubre. La falta de higiene y la carencia o el mal funcionamiento de los servicios sanitarios son algunas de las razones por las que la diarrea continúa representando un importante problema de salud en países en desarrollo. El agua y los alimentos contaminados se consideran como los principales vehículos involucrados en la transmisión de bacterias, virus o parásitos. Los organismos transmitidos por el agua habitualmente crecen en el tracto intestinal y abandonan el cuerpo por las heces. Dado que se puede producir la contaminación fecal del agua (si ésta no se trata adecuadamente) al consumirla, el organismo patógeno puede penetrar en un nuevo hospedador. Como el agua se ingiere en grandes cantidades, puede ser infecciosa aun cuando contenga un pequeño número de organismos patógenos. Los microorganismos patógenos que prosperan en los ambientes acuáticos pueden provocar cólera, fiebre tifoidea, disenterías, poliometitis, hepatitis y salmonelosis, entre otras enfermedades. El agua y alimentos contaminados tienen una gran importancia en la transmisión de patógenos causantes del síndrome diarreico, por lo que se hace necesario tener estrategias que permitan un manejo adecuado de ella. La OMS calcula que la morbilidad (número de casos) y mortalidad (número de muertes) derivadas de las enfermedades más graves asociadas con el agua se reduciría entre un 20 y un 80 por ciento, si se garantizara su potabilidad y adecuada canalización. (FAO, 2011).

Las enfermedades diarreicas, las principales enfermedades transmitidas por el agua, prevalecen en numerosos países en los que el tratamiento de las aguas residuales es inadecuado. Los desechos humanos se evacuan en letrinas abiertas, canales y corrientes de agua, o se esparcen en las tierras de labranza. Según las estimaciones, todos los años se registran 4.000 millones de casos de enfermedades diarreicas, que causan 3 a 4 millones de defunciones, sobre todo entre los niños. El uso de aguas

residuales como fertilizante puede provocar epidemias o enfermedades como el cólera. Estas enfermedades pueden incluso volverse crónicas en lugares donde los suministros de agua limpia son insuficientes.

3.6.1. Contaminación microbiológica del agua

Las afecciones que se propagan por el agua se conocen como "enfermedades transmitidas por el agua". Sus agentes patógenos son biológicos, más que químicos, y los males que provocan casi siempre son contagiosos. Por lo general, los agentes patógenos pertenecen al grupo de los microorganismos, que se transmiten en las heces excretadas por individuos infectados o por ciertos animales. De forma que estas enfermedades se suelen contraer al ingerirlos en forma de agua o de alimentos, contaminados por esas heces (vía fecal-oral).

Los patógenos humanos transmitidos por el agua incluyen muchos tipos de microorganismos tales como: bacterias, virus, protozoos y, en ocasiones, helmintos (lombrices), todos ellos muy diferentes en tamaño, estructura y composición (Vargas, C. 2014).

Los microorganismos patógenos que llegan a los depósitos de agua, proceden de las descargas intestinales de hombres y animales. Además, ciertas especies de bacterias, particularmente *Escherichia coli*, y varios microorganismos similares, denominados coliformes, estreptococos fecales (como *Streptococcus faecalis* y *Clostridium perfringens*), son habitantes normales del intestino grueso del hombre y animales y en consecuencia siempre están en las materias fecales. Así pues, la presencia de cualquiera de estas especies en el agua es evidencia de contaminación fecal y el camino está abierto a los patógenos ya que se encuentran en las materias fecales (Gramajo, B. 2004).

3.6.2. Contaminantes Físicos

3.6.2.1. Turbidez: Es la dificultad del agua para transmitir la luz debido a materiales insolubles en suspensión, que varían en tamaño desde dispersiones coloidales hasta partículas gruesas, entre otras arcillas, limo, materia orgánica e inorgánica finamente dividida, organismos planctónicos y microorganismos. Actualmente la turbidez se mide con un nefelómetro expresando los resultados como; Unidad de Turbidez Nefelométrica (UNT).

3.6.2.2. Potencial de Hidrógeno (pH): El pH influye en algunos fenómenos que ocurren en el agua, como la corrosión y las incrustaciones en las redes de distribución. Aunque podría decirse que no tiene efectos directos sobre la salud, sí puede influir en los procesos de tratamiento del agua, como la coagulación y la desinfección. Por lo general, las aguas naturales (no contaminadas) exhiben un pH en el rango de 5 a 9 (López, J. 2011).

3.6.2.3. Color, Olor y Sabor: El color es la capacidad del agua para absorber ciertas radiaciones del espectro visible. El color natural en el agua existe debido al efecto de partículas coloidales cargadas negativamente. En general, el agua presenta colores inducidos por materiales orgánicos de los suelos como el color amarillento debido a los ácidos húmicos. La presencia de hierro puede darle un color rojizo y la del manganeso, un color negro. Normalmente el color se mide en laboratorio por comparación de un estándar arbitrario a base de cloruro de cobalto, Cl_2Co y Cloroplatinato de potasio, Cl_6PtK_2 y se expresa en una escala de unidades de Pt-Co (unidad Hazen) o Pt, las aguas superficiales pueden alcanzar, varios centenares de ppm de Pt. La eliminación suele hacerse por

coagulación- floculación con posterior filtración (disminuyendo a menos de 5 ppm) o la absorción con carbón activado. El olor y el sabor son determinaciones organolépticas y subjetivas, para dichas observaciones no existen instrumentos de observación, ni registros, ni unidades de medida. Tienen un interés evidente en las aguas potables destinadas al consumo humano. Las aguas adquieren un sabor salado a partir de 300 ppm de Cl^- y un gusto salado y amargo con más de 450 ppm de SO_4^- . EL CO_2 libre en el agua le da un gusto “picante”. Trazas de fenoles u otros compuestos le confiere un olor y sabor desagradable (López, J. 2011).

3.6.2.4. Temperatura: Representa el grado de energía térmica contenida en un cuerpo, y está determinada por múltiples factores, entre los cuales puede mencionarse para el agua superficial, la época del año y aspectos meteorológicos (Martin, H. 1996).

3.6.2.5. Sólidos Disueltos: El término solido hace alusión a materia suspendida o disuelta en un medio acuoso. La determinación de sólidos disueltos mide específicamente el total de residuos no filtrables (sales y residuos orgánicos) a través de una membrana con poro de 2 μm o más pequeños. Los sólidos disueltos pueden afectar adversamente la calidad de un cuerpo de agua o un efluente de varias formas. El promedio de sólidos disueltos totales para los ríos de todo el mundo han sido estimados en alrededor de 120 ppm. Al mismo tiempo los sólidos disueltos totales afectan la penetración de la luz en la columna de agua y la absorción selectiva de diferentes longitudes de onda que integran el espectro visible (Wetzel, R. 2001).

3.6.3. Contaminantes químicos

Aunque el principal riesgo que el consumo de agua presenta para la salud humana es de origen bacteriano, la contaminación química de los recursos hídricos puede dar como resultado graves problemas. Entre los contaminantes químicos se encuentran los metales, los minerales y otras sustancias, tanto orgánicas como inorgánicas. Varias sustancias químicas potencialmente nocivas entran diariamente en el cuerpo humano en su contacto normal con el medio ambiente, y pueden constituir un peligro para la salud si se encuentran en cantidades suficientemente altas en el agua que bebemos. Entre estos están:

3.6.3.1. Productos agroquímicos: El uso excesivo de plaguicidas, herbicidas y otros compuestos químicos en la actividad agrícola puede reducir el aprovechamiento de la tierra y las aguas superficiales. La presencia de nitrato y nitrito en el agua puede deberse al uso excesivo de estos productos químicos, o de su lixiviación en los recursos hídricos procedente de las aguas residuales u otros desechos orgánicos. Los efectos de dichos contaminantes son difíciles de detectar en el género humano, pero pueden entrañar un riesgo para la salud, aunque sea discutible si causan cáncer, defectos congénitos, o daño hepático o renal (SCA. 2008).

3.6.3.2. Metales pesados: Se han encontrado altas concentraciones de metales pesados (plomo, mercurio, cobre y oro) en masas de agua en América Latina y el Caribe. Ello se debe a que la minería se encuentra entre las principales industrias de muchos de los países en la Región. El agua extraída de las minas, el lixiviado procedente de los lechos de mineral, y los residuos y sedimentos de mineral son la principal causa de la contaminación del agua por materia inorgánica, especialmente en lo que se refiere a metales pesados. Entre las consecuencias sanitarias relacionadas con la minería y el procesamiento de minerales se

encuentran la presencia de niveles peligrosos de mercurio en el pescado y la leche materna. También se han notificado efectos neurológicos, que supuestamente han tenido lugar por exposición de vapores de metales y por la ingestión de alimentos contaminados (SCA. 2008).

3.6.3.3. Nitratos y Nitritos: La concentración de nitratos en aguas naturales es normalmente de unos pocos miligramos por litro, observándose incremento en algunos lugares por prácticas agrícolas con fertilizantes nitrogenados; el nitrito es el estado intermedio del nitrógeno, tanto en la oxidación de amonio a nitrato, como en la reducción de nitrato. Cuando el ión nitrito es ingerido y llega al estómago, la elevada concentración de ácido clorhídrico lo convierte en ácido nitroso, el cual puede reaccionar con aminas secundarias en el tracto digestivo produciendo la cancerígena N-nitrosamina; los nitratos van a parar al agua procedente de fertilizantes, aguas residuales y heces de animales. Si están presentes en el agua de beber en concentraciones suficientemente altas, pueden representar un riesgo para la salud de los lactantes y quizás de niños mayores. Los nitratos pueden causar metahemoglobinemia, una enfermedad sanguínea (SCA. 2008).

3.6.3.4. Sulfatos: El ión sulfato (SO_4^{-2}), corresponde a sales moderadamente solubles a muy solubles. Las aguas dulces entre 2 y 250 ppm y el agua de mar alrededor de 3000 ppm. El agua pura se satura de CaSO_4 a unas 1500 ppm. En cantidades bajas no perjudica seriamente pero algunos centenares de ppm pueden disminuir la resistencia del hormigón. Su eliminación se realiza por intercambio iónico (López, J. 2011).

3.6.3.5. Fosfatos: El ión fosfato en general forma sales muy poco soluble y precipita fácilmente como fosfato cálcico. Como procede de un ácido débil contribuye a la alcalinidad del agua. No suele haber en el agua más de 1 ppm, salvo en los casos de contaminación por fertilizantes fosfatados (López, J. 2011).

3.6.3.6.Demanda Química de Oxígeno (DQO): La DQO es una medida aproximada del contenido de materia orgánica y todo el material oxidable presente en una muestra de agua, y se expresa como el “oxígeno equivalente al contenido de materia orgánica”, en gramos por miligramos por litro. En condiciones naturales, dicha materia puede ser biodegradada lentamente, oxidada a CO_2 y H_2O , en un proceso lento que puede tardar desde unas pocas semanas hasta unas cuantas décadas, dependiendo del tipo de materia orgánica presente. La DQO es un ensayo de oxidación química que se puede utilizar para hacer una estimación de la demanda total de oxígeno para oxidar los compuestos presentes y se basa en la oxidación de componentes orgánicos. Es más precisa, exacta y rápida que la DBO (Fernández, A. 2003).

3.7. Principales parámetros para definir la calidad del agua para consumo humano.

Por medio de la investigación y la experiencia, se han fijado intencionalmente normas que establecen límites necesarios y tolerables para los diferentes parámetros físicos, químicos y bacteriológicos.

En Guatemala, la norma que rige en materia de calidad del agua para consumo humano es la Norma COGUANOR NGO 29001 y sus derivados NGO 29002, h19, h20, h21, h22, h23 y h24.

3.7.1. Características y especificaciones físicas y químicas

En las siguientes tablas se transcriben los valores de los límites máximos aceptables y permisibles de los diferentes parámetros físicos, químicos y bacteriológicos:

3.7.1.1. Características físicas que debe presentar el agua potable según Norma COGUANOR NGO 29001

Tabla 1. Características sensoriales. Límite máximo aceptable (LMA) y límite máximo permisible (LMP) que debe tener el agua potable

Características	LMA	LMP
Color	5.0 u	35.0 u (1)
Olor	No rechazable	No rechazable
Sabor	No rechazable	No rechazable
Turbiedad	5.0 UNT	15.0 UNT (2)
(1) Unidades de color en la escala de platino-cobalto (2) Unidades nefelométricas de turbiedad (UNT). Estas siglas deben considerarse en la expresión de los resultados.		

Fuente: Norma COGUANOR NGO 29001

La siguiente tabla presenta las características químicas que debe presentar el agua potable:

Tabla 2. Substancias químicas con sus correspondientes límites máximos aceptables y límites máximos permisibles

Características	Límite mínimo aceptable	Límite máximo permisible
Cloro residual libre (1) (2)	0.5 mg/L	1.0 mg/L
Cloruro (Cl)	100.000 mg/L	250.000 mg/L
Conductividad	---	de 1 500 μ S/cm
Dureza Total (CaCO ₃)	100.000 mg/L	500.000 mg/L
Potencial de hidrógeno (3)	7.0-7.5	6.5-8.5

Sólidos totales disueltos	500.0 mg/L	1 000.0 mg/L
Sulfato (SO ₄ ²⁻)	100.000 mg/L	250.000 mg/L
Temperatura	15.0°C-25.0°C	34.0°C
Aluminio (Al)	0.050 mg/L	0.100 mg/L
Calcio (Ca)	75.000 mg/L	150.000 mg/L
Cinc (Zn)	3.000 mg/L	70.000 mg/L
Cobre (Cu)	0.050 mg/L	1.500 mg/L
Magnesio (Mg)	50.000 mg/L	100.000 mg/L
<p>(1) El límite máximo aceptable, seguro y deseable de cloro residual libre, en los puntos más alejados del sistema de distribución es de 0.5 mg/L, después de por lo menos 30 minutos de contacto, a un pH menor de 8.0, con el propósito de reducir en un 99% la concentración de <i>Escherichia coli</i> y ciertos virus.</p> <p>(2) En aquellas ocasiones en que amenacen o prevalezcan brotes de enfermedades de origen hídrico, el residual de cloro puede mantenerse en un límite máximo permisible de 2.0 mg/L, haciendo caso omiso de los olores y sabores en el agua de consumo. Deben de tomarse medidas similares en los casos de interrupción o bajas en la eficiencia de los tratamientos para potabilizar el agua.</p> <p>(3) En unidades de pH.</p>		

Fuente: Norma COGUANOR NGO 29001

Características químicas de sustancias no deseadas según Norma COGUANOR NGO 29001.

Tabla 3. Substancias no deseadas. Límite máximo aceptable (LMA) y límite máximo permisible (LMP)

Característica	LMA, en miligramos/litro	LMP, en miligramos / litro
Fluoruro (F)	---	1.700
Hierro total (Fe)	0.100	1.000
Manganeso (Mn)	0.050	0.500
Nitrato (NO ₃ ⁻)	---	10
Nitrito (NO ₂ ⁻)	---	1

Fuente: Norma COGUANOR NGO 29001

3.7.1.2. Agua Clorada

La cloración de los abastecimientos públicos de agua representa el proceso más importante usado en la obtención del agua de calidad sanitaria segura, potable. La desinfección por cloro y sus derivados significa una disminución de bacterias y virus hasta una concentración inocua, por lo que en la tabla 2 se hace referencia a los límites adecuados de concentración de cloro libre residual que es aquella porción del cloro residual total que esté "libre" y que sirva como medida de capacidad para oxidar la materia orgánica que pueda encontrarse en el interior de las tuberías o por ruptura de las mismas que pueda producir cierta contaminación microbiológica. (Norma COGUANOR NGO 29001)

3.7.1.3. Demanda Biológica de Oxígeno

Es la cantidad de oxígeno que está disuelto en el agua que es esencial para mantener las formas superiores de vida biológica. El nivel de oxígeno disuelto puede ser un indicador de contaminación del agua y del soporte que daría a la vida vegetal y animal. Generalmente un nivel alto de oxígeno disuelto indica agua de mejor calidad. Los niveles de oxígeno disuelto típicamente pueden variar de 0 – 18 partes por millón (ppm). Para aguas de consumo humano se esperan valores altos de oxígeno disuelto favoreciendo un sabor agradable. (Fernández, 2003).

3.7.2. Características Bacteriológicas

Las características para agua potable estipulan el número permisible de microorganismos coliformes, fecales en términos de las porciones normales de volumen y del número de porciones que se examina.

3.7.2.1. Según el número de muestras que se examinen y el método utilizado, la presencia de microorganismos del grupo coliforme, no debe exceder de los siguientes límites según Norma COGUANOR NGO 29001:

Tabla 4. Límites para el método de los tubos múltiples de fermentación, grupo coliforme

Cuando se examinan porciones de 10 mL	No más del 10% deben mostrar, en cualquier mes, la presencia del grupo coliforme
No se permitirá la presencia del grupo coliforme en tres o más de las porciones de 10mL de una muestra normal, cuando ocurran:	<ul style="list-style-type: none"> - En dos muestras consecutivas - En más de una muestra mensual, cuando se examinan mensualmente menos de 20 muestras - En más de 5% de las muestras, cuando se examinan mensualmente más de 20 muestras

Fuente: Norma COGUANOR NGO 29001

Tabla 5. Límites para el método de las membranas de filtración, grupo coliforme

La media aritmética de todas las muestras normales que se examinen en un mes no debe exceder de:	Un microorganismo/100 mL
El número de colonias por muestra normal no ha de exceder de 3/50 mL, 4/100 mL, 7/200 mL ó 13/500 mL en:	<ul style="list-style-type: none"> - Dos muestras consecutivas - En más de una muestra mensual, cuando se examinan mensualmente menos de 20 muestras - Más del 5% de las muestras normales, cuando se examinan mensualmente más de 20 muestras

Fuente: Norma COGUANOR NGO 29001

3.7.2.2. Bacterias del Grupo Coliforme

Son habitantes intestinales en el hombre y animales de sangre caliente, pero también ampliamente distribuidas en la naturaleza, especialmente en suelos, semillas y vegetales.

El grupo coliforme está formado por los siguientes géneros: *Escherichia*, *Klebsiella*, *Enterobacter* y *Citrobacter* (Hernández, J. 2012).

3.7.2.2.1. Coliformes totales

Son bacterias en forma de bacilos, aerobios y anaerobios facultativos Gram negativos, no esporulados que fermentan la lactosa con producción de ácido y gas a $35^{\circ} \text{C} \pm 0.5^{\circ} \text{C}$ en un período de 24 a 48 horas, características que se investigan por el método de fermentación con tubos múltiples. Los coliformes representan un indicador biológico de la posible presencia de otros microorganismos patógenos o deteriorantes, debido a malas prácticas higiénicas, sanitarias o de contaminación de origen ambiental producida por descargas de materiales orgánicos.

El método de filtración se ha usado para la determinación del grupo coliforme total, para su interpretación se observa el crecimiento de colonias típicas color rosado a rojo con brillo metálico dorado en medio Endo C (u otro medio de cultivo reconocido internacionalmente) después de una incubación de 24 horas a 35°C . (Norma COGUANOR NGO 29001).

3.7.2.2.2. Coliformes fecales

Son bacterias que pueden encontrarse en el intestino humano y heces de animales, se consideran el principal indicador de contaminación fecal del agua de uso doméstico, industrial y

otros. Su presencia en el agua es indicador de la calidad bacteriológica. Forman parte del grupo coliforme total, y son microorganismos que fermentan la lactosa con producción de gas a $44^{\circ} \text{C} \pm 0.2$ en un periodo de 24 a 48 horas. (Norma COGUANOR NGO 29001).

Al grupo coliforme fecal también se le designa como termotolerante o termorresistente, comprenden el género *Escherichia* y en menor grado, especies de *Klebsiella*, *Enterobacter* y *Citrobacter*. Los coliformes termorresistentes distintos de *E.coli* pueden provenir también de aguas orgánicamente enriquecidas, por ejemplo de efluentes industriales o de materias vegetales y suelos en descomposición. Como los organismos coliformes termorresistentes se detectan con facilidad, pueden desempeñar una importante función secundaria como indicadores de la eficacia de los procesos de tratamiento del agua para eliminar las bacterias fecales (Hernández, J. 2012).

3.8. Estudios Previos sobre el Control de Calidad del Agua

Se han realizado varios estudios sobre el control de la calidad del agua potable en distintas regiones del país por estudiantes de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia y Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, entre las cuales se puede mencionar las siguientes:

En el 2009, Molina, María Alejandra realizó un estudio de Evaluación de la Calidad Físicoquímica del agua de la planta municipal que abastece al departamento de Zacapa, Municipio de Zacapa.

En el 2006, De la Peña, Evelyn realizó un estudio de Determinación de los Parámetros Fisicoquímicos y Microbiológicos del Agua de Distribución Municipal en Puerto Barrios, Cabecera del Departamento de Izabal.

En el 2004, Byron Gramajo realizó un estudio sobre la determinación de la calidad del agua para consumo humano y uso industrial, obtenida de pozos mecánicos en la zona 11, Mixco, Guatemala.

En el 2003, Morales, Mirla realizó un estudio de Control de Calidad del Agua para consumo humano de la cabecera departamental de Jalapa municipio de Jalapa.

En el 2002, Leiva, Román realizó un estudio de Determinación de la Calidad del Agua de distribución Municipal para consumo humano en el municipio de Livingston, Departamento de Izabal.

En 1999 Jorge Luis Almengor realizó el estudio de tesis titulado “Calidad del agua para consumo humano que suministra la empresa municipal de agua de la ciudad de Guatemala (EMPAGUA): determinaciones, análisis e índices de calidad”. En este estudio se concluye que el agua se encuentra dentro de los límites requeridos por la norma para agua potable de COGUANOR.

4. Justificación

Las fuentes de agua para el consumo humano se deben proteger de la contaminación por desechos de origen humano y animal, especialmente de materia fecal, la cual contiene bacterias, virus y parásitos intestinales, además de productos químicos que pueden ser nocivos para la salud.

Estos y otros factores contaminantes del agua exponen a las comunidades a sufrir brotes de infecciones gastrointestinales, dermatológicas y otras enfermedades. Los niños, ancianos, personas inmunosuprimidas o personas que viven en condiciones insalubres son los grupos más vulnerables a adquirir estas infecciones. Es tal la gravedad y las consecuencias de la contaminación microbiana que su control debe ser siempre de primordial importancia.

La demanda de agua para el consumo humano va en aumento por el incremento de la población, hecho que se observa en Guatemala, como en el resto del mundo.

En zonas rurales de Guatemala la cobertura de saneamiento llega solo a 52%, por lo que actualmente, con este tipo de estudios, se busca insistir en la reactivación de la iniciativa de Ley General de Aguas 2865, por el Congreso de la República, en la que se establece, entre otras cosas, la creación de la Superintendencia del Agua y la conformación del Consejo Nacional del Agua adscrito al Ministerio de Ambiente, con el fin de regular la conservación de las fuentes de agua potable.

En esta investigación se determina la calidad física, química y microbiológica del agua que distribuye el pozo municipal ubicado en la aldea La Faja, del municipio de Chiquimulilla, Departamento de Santa Rosa, para verificar que el agua que llega a los habitantes de este lugar, cumpla con la calidad necesaria para ser utilizada para consumo humano, pues es indispensable que esta y todas las comunidades cuenten con un servicio de agua potable, para evitar la propagación de enfermedades causadas por el consumo de agua contaminada

con productos químicos que afectan seriamente al organismo y bacterias provenientes de materiales fecales, como se ha dado el caso en algunos lugares del país en tiempo reciente.

Es importante que las autoridades conozcan los resultados de la investigación, para implementar sistemas o procedimientos que potabilicen el agua para que su consumo sea seguro, en el caso que la misma se encontrara contaminada.

5. Objetivos

5.1. Objetivo General

Establecer el estado sanitario del agua que distribuye el pozo municipal de la aldea La Faja, Chiquimulilla, Santa Rosa y la calidad con la cual llega a sus puntos de adquisición.

5.2.Específicos

- 5.2.1.** Establecer la calidad del agua a partir de los resultados de la realización de análisis fisicoquímicos y microbiológicos de la fuente y sus puntos de adquisición.
- 5.2.2.** Informar a las autoridades pertinentes los resultados obtenidos para mejorar el estado sanitario del agua que se distribuye a la población.
- 5.2.3.** Proporcionar un procedimiento a seguir para potabilizar y mejorar la calidad del agua, en caso de que el agua no hubiese cumplido con los parámetros establecidos de potabilidad.
- 5.2.4.** Proporcionar información para la desinfección y cloración del agua, así como prestar educación sanitaria a los habitantes acerca de la importancia de la sanidad y adecuado uso del agua.

6. Hipótesis

El agua proveniente del pozo municipal de la Aldea La Faja, del municipio de Chiquimulilla, departamento de Santa Rosa, cumple con las especificaciones recomendadas en la norma COGUANOR NGO 29001 por lo tanto es apta para el consumo humano.

7. Materiales y Métodos

Los materiales y métodos a utilizar en el estudio son los siguientes:

7.1. Universo de trabajo

El universo de trabajo está constituido por el agua potable de consumo de los habitantes de la aldea Los Cerritos, Chiquimulilla, Santa Rosa.

7.2. Materiales y Equipo de Laboratorio

7.2.1. Equipo

- ✓ Balanza analítica
- ✓ Campanas de Durham
- ✓ Espectrofotómetro
- ✓ Equipo de protección (bata, mascarilla, lentes, guates)
- ✓ Incubadora
- ✓ Nefelómetro
- ✓ Potenciómetro
- ✓ Sistema de filtración
- ✓ Sistema de vacío

7.2.2. Materiales

- ✓ Agitadores magnéticos
- ✓ Espátulas
- ✓ Etiquetas de identificación
- ✓ Gradilla
- ✓ Recipientes de polietileno
- ✓ Soporte universal
- ✓ Pizetas

7.2.3. Cristalería

- ✓ Balones aforados de 100, 250 y 1000 mL.
- ✓ Beaker de 100 y 250 mL.
- ✓ Bureta de 50 mL.
- ✓ Matraz Erlenmeyer de 250 mL.
- ✓ Pipetas volumétricas de 1, 5, 10 mL.
- ✓ Probeta de 25 mL.
- ✓ Tubos de ensayo de 20, 30 y 50 mL.

7.2.4. Reactivos

- ✓ Ácido sulfúrico
- ✓ Ácido acético al 96%
- ✓ Ácido clorhídrico
- ✓ Amoníaco concentrado
- ✓ Brucina
- ✓ Buffer de pH 4.7 y 10
- ✓ Filtro calcinado
- ✓ Carbonato de calcio
- ✓ Cloruro de amonio
- ✓ Cloruro de potasio
- ✓ Cloruro de sodio
- ✓ EDTA 0.001M
- ✓ Etanol 95%
- ✓ Estándares de calibración
- ✓ Hidróxido de sodio 0.1N
- ✓ Negro de eritocormo
- ✓ Nitrato de potasio
- ✓ Tioacetamida glicerina TS
- ✓ Solución de formazina
- ✓ Trietanolamina
- ✓ Sulfanilamida
- ✓ Cloroformo
- ✓ Solución estándar de nitrito
- ✓ Salicilato de sodio
- ✓ Agua desionizada
- ✓ NaOH
- ✓ Fosfato diácido de potasio
- ✓ Tartrato de antimonil-potasio

- ✓ Mobildeno
- ✓ Ácido ascórbico

7.3.Método

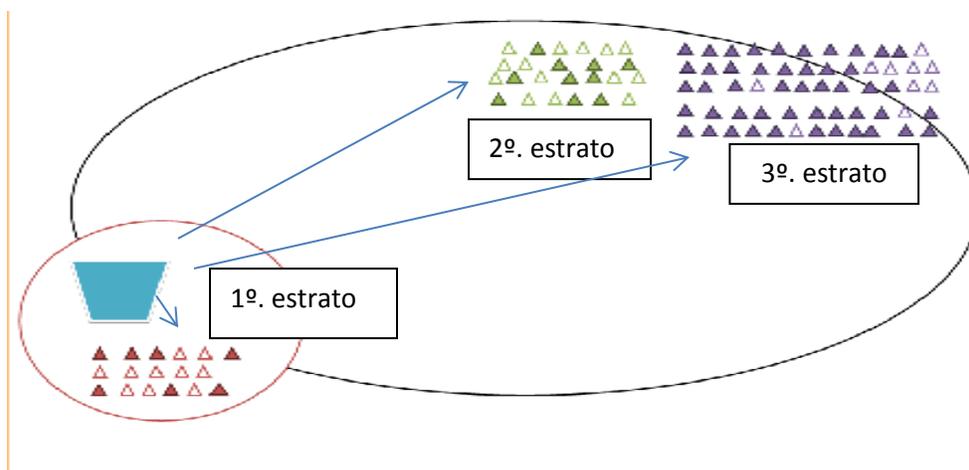
7.3.1. Diseño de la investigación

7.3.1.1. Diseño de muestreo

Se realizó un diseño por conveniencia en el cual el número de muestras recolectadas fue proporcional en base al número de casas que reciben agua del pozo municipal, ubicado en la aldea La Faja, Chiquimulilla, Santa Rosa, un total de 65 casas, divididas en tres estratos dependientes de la cercanía y/o lejanía al pozo. El muestreo fue realizado 1 vez al mes durante 4 meses. Incluyendo el pozo distribuidor.

- Del estrato más cercano, un bloque de 7 casas que reciben agua del pozo municipal, se muestreo 1 casa.
- Del estrato de distancia media, un bloque de 10 casas que reciben agua del pozo municipal, se muestrearon 3 casas.
- Del estrato más lejano, un bloque de 48 casas que reciben agua del pozo municipal, se muestrearon 6 casas.

7.3.1.2. Distribución de las casas



7.3.1.3. Análisis de Resultados

Los resultados obtenidos se analizaron mediante estadística descriptiva de cada parámetro que cumplió con lo establecido según la norma COGUANOR NGO 29001:99, donde se utilizó tablas para representar los resultados de cada uno de los parámetros evaluados resumidos según la tendencia central, utilizando la media de los resultados se determinó si se cumple o no con los parámetros, reportándose por medio de frecuencias.

7.4. Metodología

7.4.1. Lavado de Botellas

Para el lavado de botellas se aplicó el método de triple lavado con el fin de que las botellas se encuentren estériles. De esta forma se tiene la certeza de que las muestras que fueron tomadas no presentan alteración, por lo tanto los resultados deben ser más precisos. El primer lavado se realizó con una solución ideal para eliminar impurezas en el laboratorio y superficie, el detergente que se utilizó fue el EXTRÁN el cual presenta un grado bajo de formación de espuma. El segundo lavado se realizó con una solución de ácido clorhídrico al 2% para eliminar residuos de caliza. Por último se realizó el lavado con agua destilada ya que esta carece de minerales y de cualquier tipo de microorganismo para evitar que cualquier residuo interfiera en los resultados.

7.4.2. Muestreo

Para los análisis fisicoquímicos y microbiológicos se tomó en cuenta la fuente principal de distribución y 10 grifos muestreados al azar, haciendo un total de 11 muestras por 4 días de muestreo, 1 día a la semana (domingo), cada mes, constituyendo así un total de 44 muestras. Las muestras fueron tomadas con medidas especiales para evitar contaminarlas antes de llegar al laboratorio y fueron transportadas en recipientes de polietileno. Se identificaron debidamente con una

etiqueta que contiene los siguientes datos: número de muestra, lugar, fuente, día, hora, tomada por, municipio, departamento. Se tomaron 2 botellas de cada punto para el análisis fisicoquímico y 1 frasco estéril para el análisis microbiológico, se flameo el chorro y se dejó correr el agua por tres minutos antes de la toma de la muestra. El período de tiempo comprendido entre la toma y el inicio de los análisis no sobrepaso las 20 horas. Las muestras se transportaron en hielo y se llevaron directamente al laboratorio para realizar los análisis correspondientes. Los parámetros con los que se determinó la calidad del agua, fueron definidos con la Norma COGUANOR No. 29 001: 99.

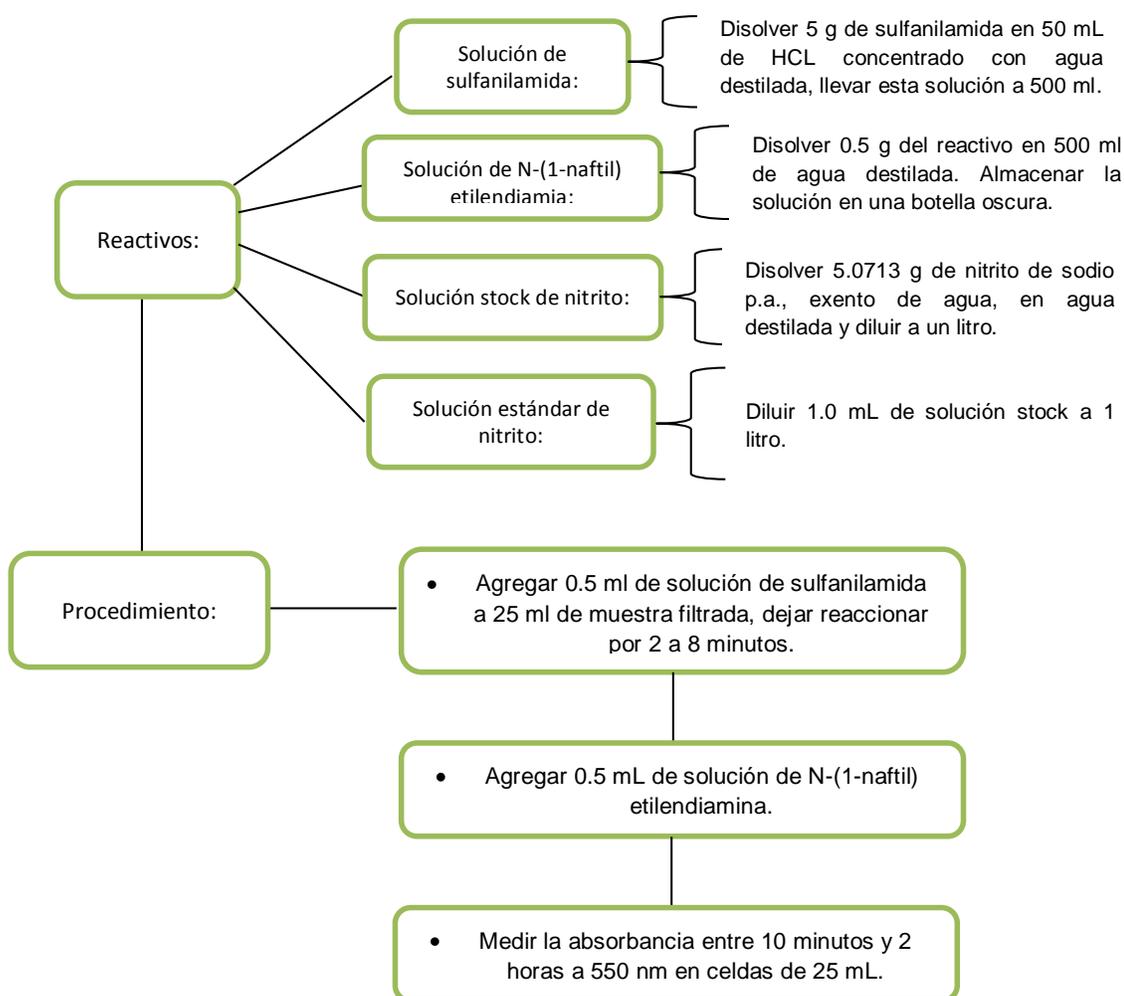
7.4.3. Análisis Realizados

7.4.3.1. Físicos:

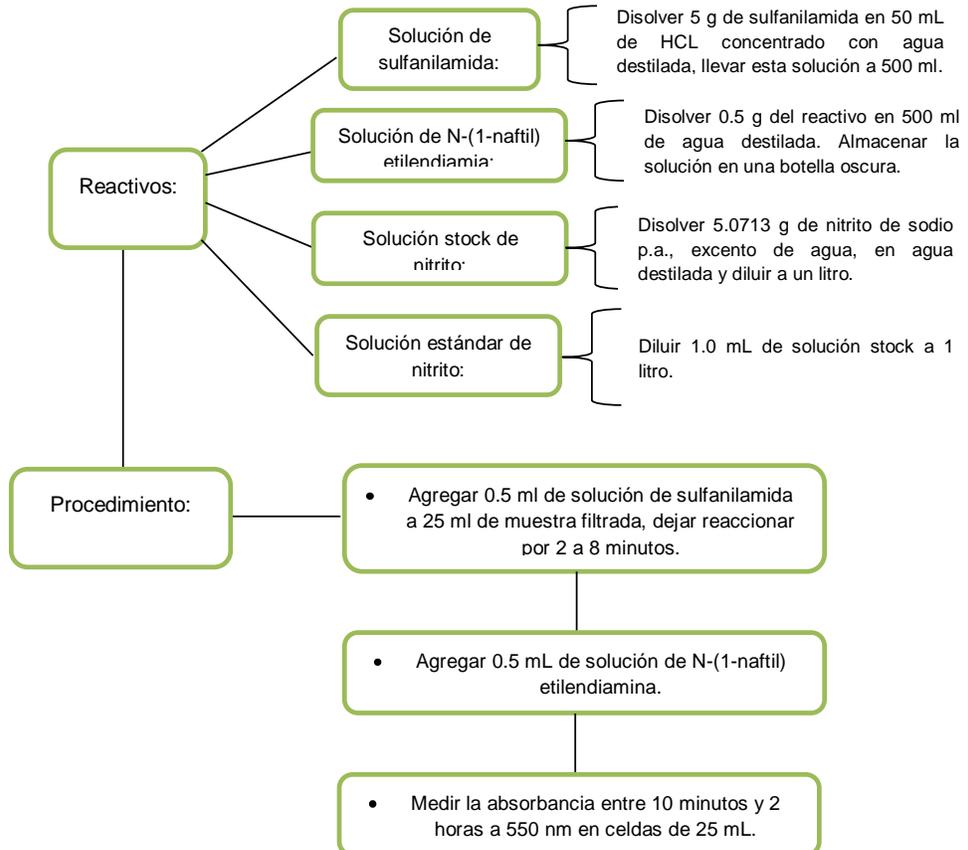
- ✓ Color: El color de una muestra filtrada se expresa en términos que describen la sensación obtenida cuando se observa la muestra. El color se designó por el término “longitud de onda dominante”, el grado de brillo por “luminiscencia” y la saturación por pureza. Estas propiedades se determinaron por las características de transmisión de luz de la muestra filtrada mediante un espectrofotómetro.
- ✓ Olor: el método que se utilizó en la investigación es el olfato, las características de la aceptación por el consumidor de un abastecimiento son indispensables porque el agua se debe entregar al usuario desprovista de olores rechazables.
- ✓ Sabor: Se determinó por medio de el examen organoléptico, clasificándose como rechazable o no.
- ✓ Temperatura: se determinó a través de la medición de la misma con termómetros al momento del muestreo.

7.4.3.2. Químicos:

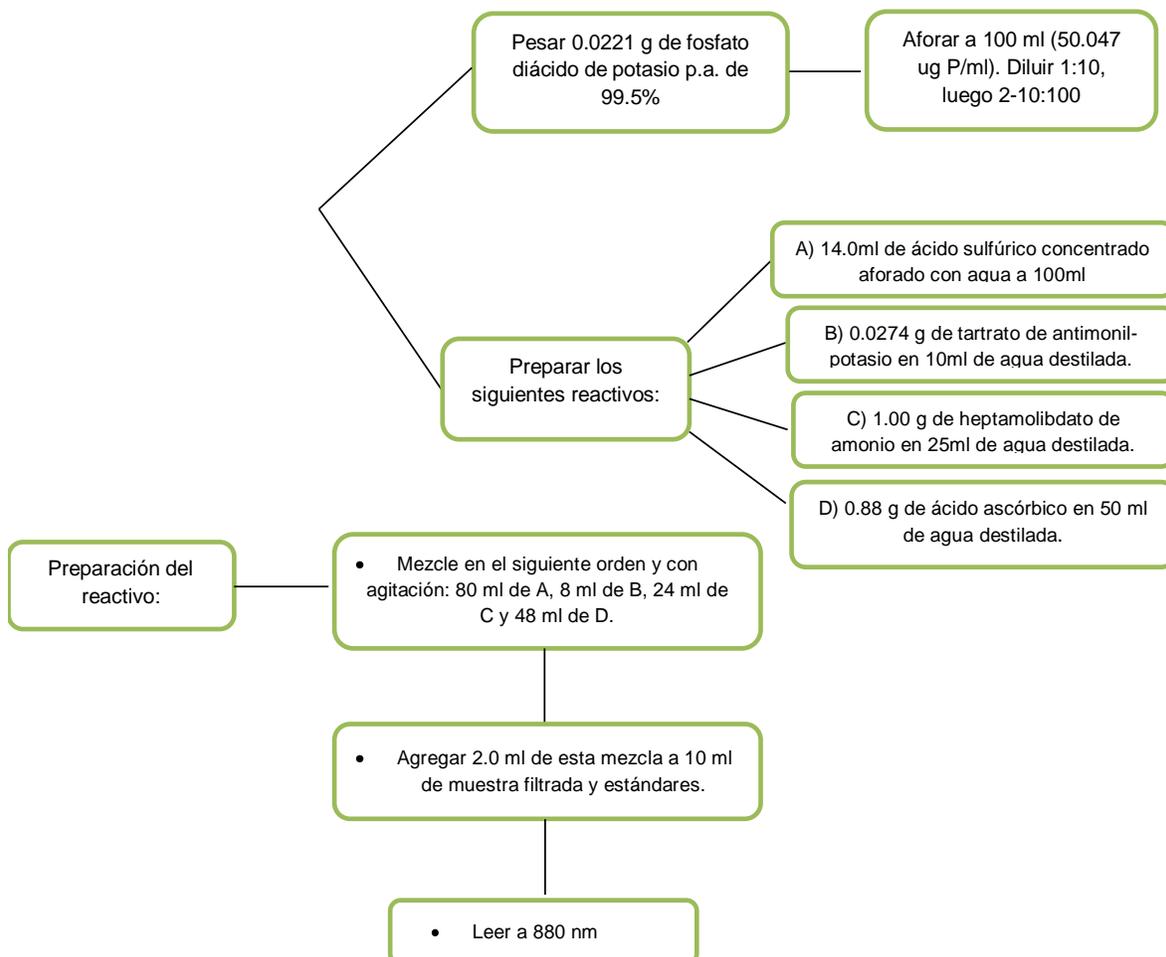
- ✓ **Potencial de Hidrógeno:** El potencial de hidrógeno (pH) se midió utilizando el potenciómetro de electrodo de vidrio para poder obtener resultados confiables.
- ✓ **Determinación de Cloruros:** Se realizó con un método cualitativo colorimétrico a través de una escala de colores que indicó la concentración de cloro en el agua.
- ✓ **Determinación de Nitrógeno de Nitratos**



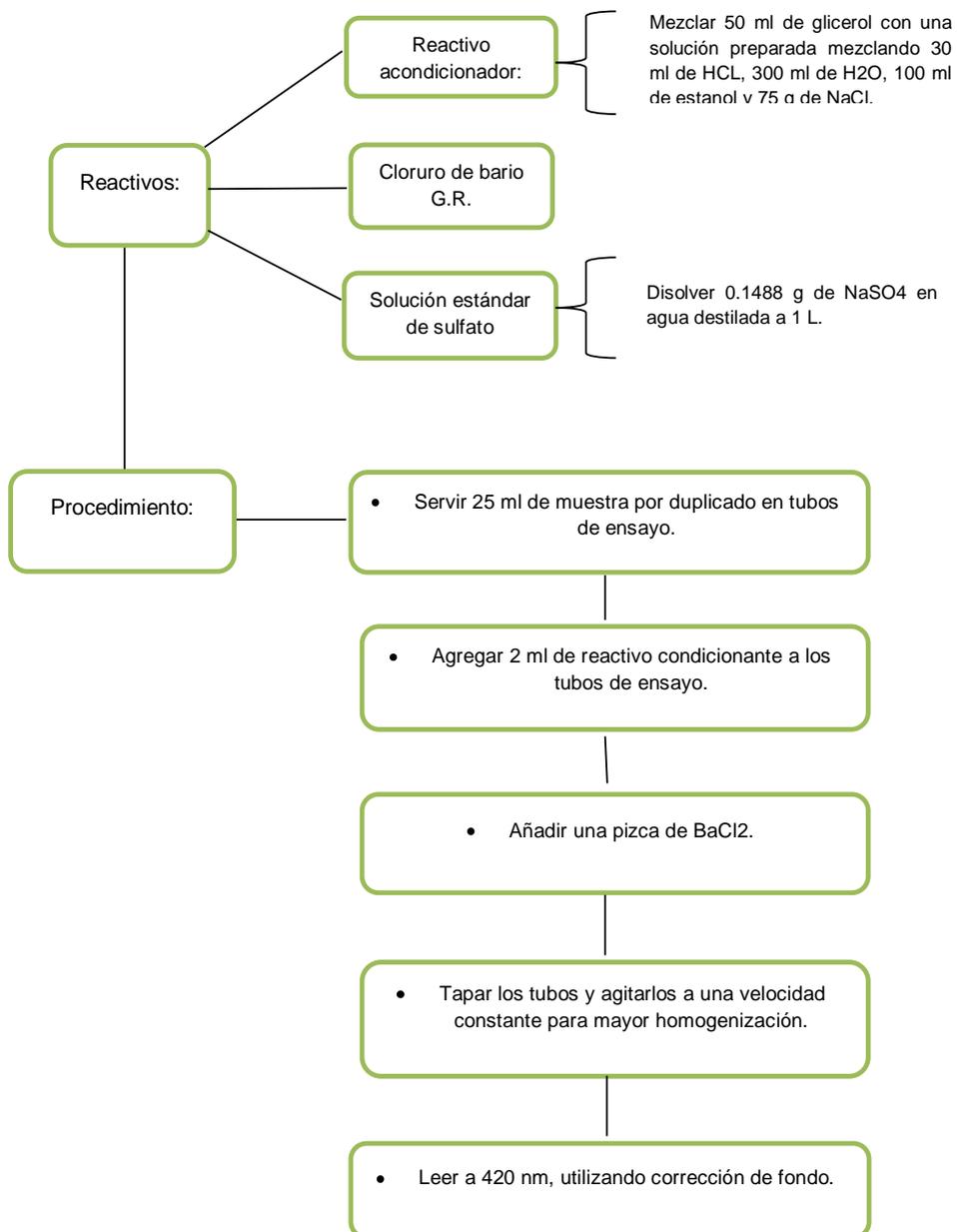
✓ Determinación de Nitrógeno de Nitritos



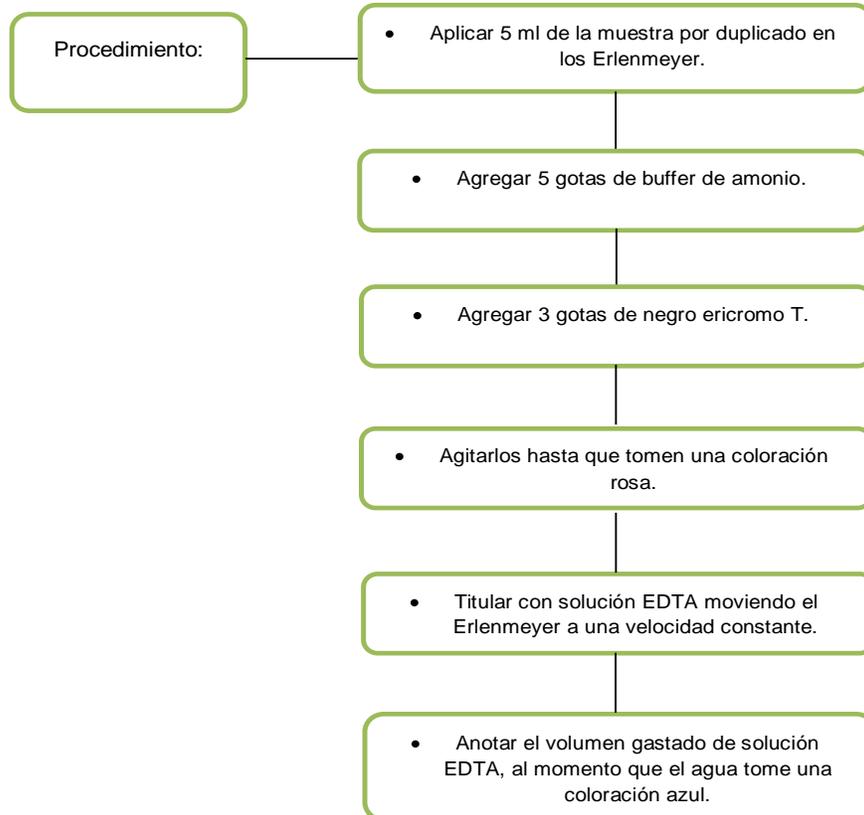
✓ Determinación de Fósforo en Ortofosfatos



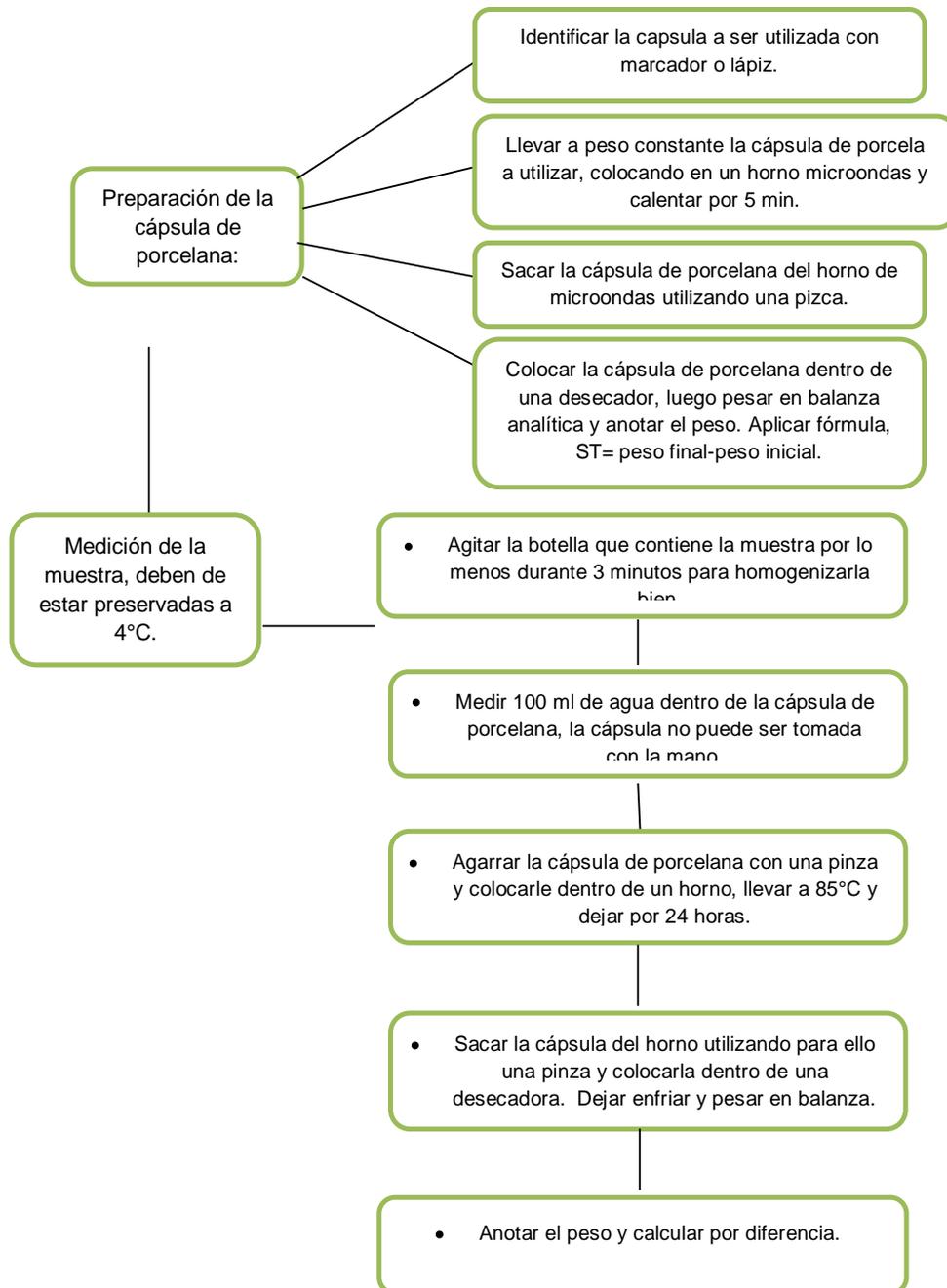
✓ Determinación de Sulfatos



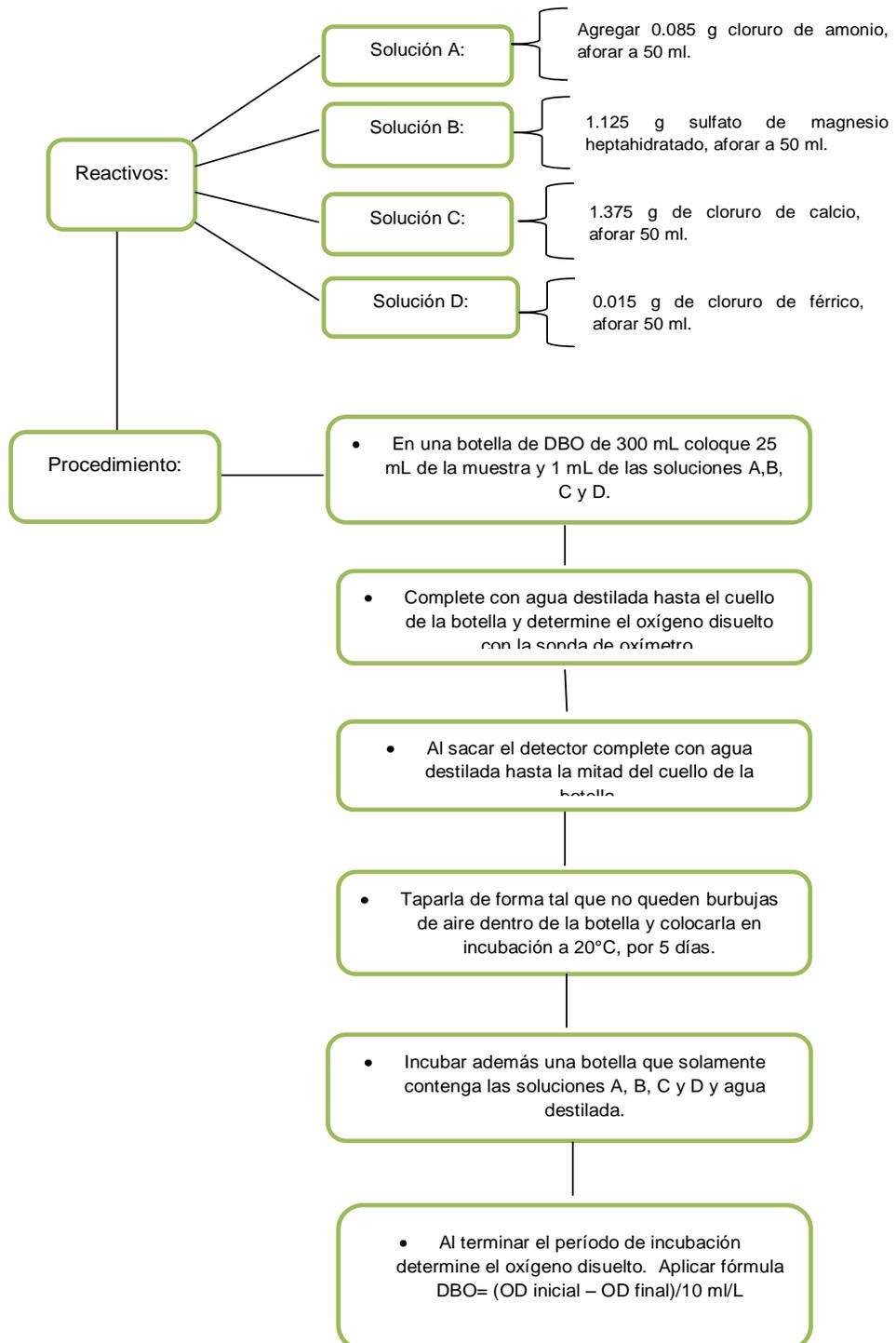
✓ Determinación de Dureza



✓ Determinación de Sólidos Totales

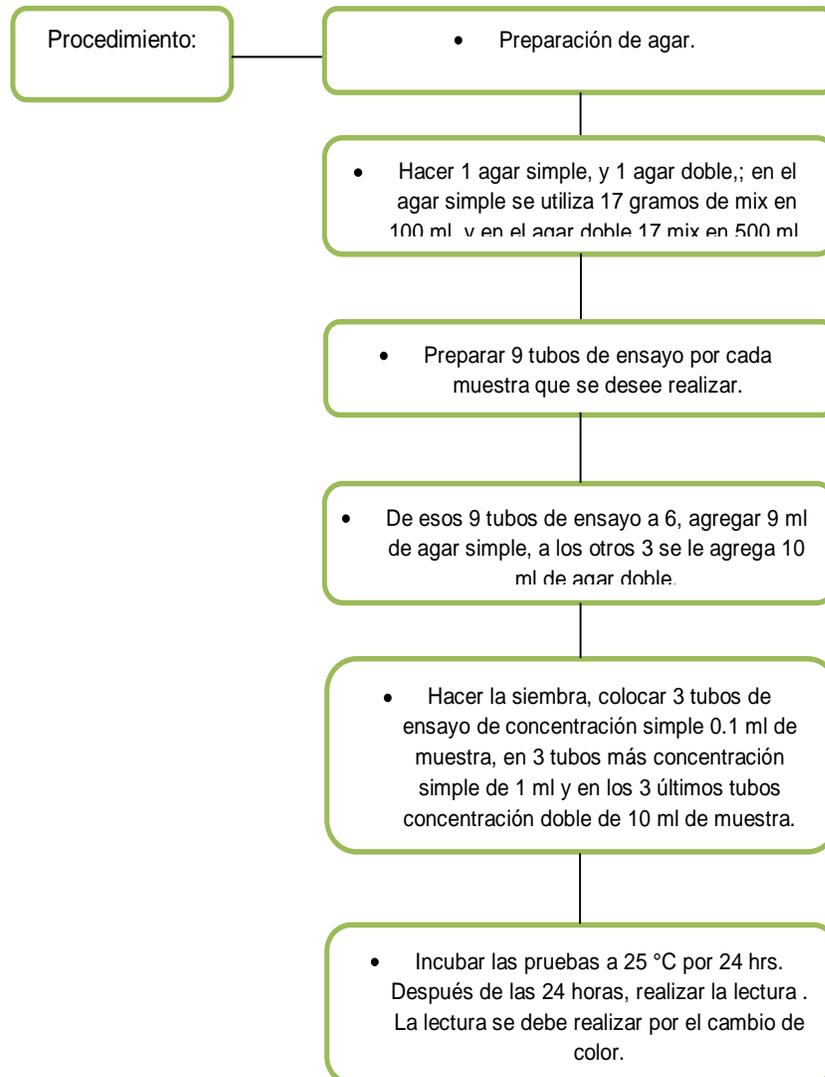


✓ Determinación de Demanda Biológica de Oxígeno en 5 días



7.4.3.3. Microbiológico:

- ✓ Análisis de Coliformes: Coliformes Totales, Coliformes Fecales y *E. coli*



8. Resultados

La siguiente tabla presenta el promedio de las frecuencias la temperatura tomada a cada una de las muestras en los cuatro muestreos que fueron realizados en el tiempo estipulado.

Tabla No. 1: Resultados de la Temperatura del agua expresada en grados centígrados.

*LMA: 15-25°C LMP: 34°C

No. de muestra	Muestreo I	Muestreo II	Muestreo III	Muestreo IV
1	22.60	23.20	22.80	22.50
2	22.90	23.40	22.90	22.70
3	23.40	23.80	23.20	22.90
4	23.60	23.40	23.60	23.50
5	23.50	23.60	23.80	23.50
6	24.10	23.90	23.20	23.80
7	24.00	23.40	23.60	23.90
8	23.90	24.20	23.80	24.10
9	24.50	24.60	23.70	24.10
10	24.50	24.30	23.90	24.00
11	24.20	23.80	23.80	23.90
\bar{X}	23.75	23.78	23.48	23.54
DESV. STAND.	+/- 0.615408216	+/- 0.44004132	+/- 0.389405141	+/- 0.580125378

Fuente: Datos obtenidos de los análisis fisicoquímicos de las muestras recolectadas en los diferentes muestreos.

*Límite Máximo Aceptable

*Límite Máximo Permisible

La siguiente tabla presenta un promedio de las frecuencias de las concentraciones de nitritos obtenidas de cada una de las muestras en los cuatro muestreos que fueron realizados en el tiempo estipulado.

Tabla No. 2: Resultados de la concentración de Nitritos del agua expresada en mg/L

*LMA: -- LMP: 1 mg/L

No. de muestra	Muestreo I	Muestreo II	Muestreo III	Muestreo IV
1	0.00060	0.00090	0.00090	0.00090
2	0.00300	0.00110	0.00100	0.00100
3	0.00100	0.00100	0.00080	0.00100
4	0.00090	0.00090	0.00070	0.00110
5	0.00060	0.00080	0.00070	0.00090
6	0.00050	0.00080	0.00070	0.00100
7	0.00070	0.00090	0.00110	0.00080
8	0.00070	0.01250	0.01320	0.00980
9	0.00040	0.00070	0.01120	0.00990
10	0.00070	0.00080	0.00110	0.00100
11	0.00080	0.00000	0.00070	0.00090
\bar{X}	0.00090	0.00185	0.00292	0.00257
DESV. STAND.	+/- 0.00072	+/- 0.00354	+/- 0.00461	+/- 0.00360

Fuente: Datos obtenidos de los análisis fisicoquímicos de las muestras recolectadas en los diferentes muestreos.

La siguiente tabla presenta un promedio de las frecuencias de las concentraciones de nitratos obtenidas de cada una de las muestras en los cuatro muestreos que fueron realizados en el tiempo estipulado.

Tabla No. 3: Resultados de la concentración de Nitratos del agua expresada en mg/L

*LMA: -- LMP: 10 mg/L

No. de muestra	Muestreo I	Muestreo II	Muestreo III	Muestreo IV
1	1.75820	2.20920	2.18930	2.19840
2	1.40760	2.00270	2.18750	2.11960
3	1.95110	1.61500	2.15040	2.16760
4	2.95380	1.88410	2.20380	2.11870
5	3.69290	1.61600	2.18840	2.16940
6	2.05430	2.83700	2.19660	2.21470
7	3.07070	2.72370	2.19200	2.21110
8	2.47010	1.61960	2.25000	2.34690
9	2.29350	2.61590	2.61590	2.35240
10	2.88040	2.02720	2.20740	2.12770
11	2.69290	2.30710	2.28800	2.19570
\bar{X}	2.47505	2.13250	2.24266	2.20202
DESV. STAND.	+/- 0.66459	+/- 0.44757	+/- 0.12892	+/- 0.08088

Fuente: Datos obtenidos de los análisis fisicoquímicos de las muestras recolectadas en los diferentes muestreos.

La siguiente tabla presenta un promedio de las frecuencias de las concentraciones de fosfatos obtenidas de cada una de las muestras en los cuatro muestreos que fueron realizados en el tiempo estipulado.

Tabla No. 4: Resultados de la concentración de Fosfatos del agua expresada en mg/L.

*LMA: 0.5 LMP: 1 mg/L

No. de muestra	Muestreo I	Muestreo II	Muestreo III	Muestreo IV
1	0.103	0.109	0.097	0.121
2	0.106	0.083	0.095	0.114
3	0.111	0.100	0.094	0.123
4	0.119	0.101	0.087	0.115
5	1.414	0.291	0.112	0.150
6	0.150	0.131	0.101	0.134
7	0.225	0.113	0.082	0.125
8	0.194	0.202	0.217	0.199
9	0.200	0.141	0.194	0.202
10	0.131	0.144	0.095	0.145
11	0.131	0.142	0.101	0.131
\bar{X}	0.262	0.141	0.115	0.141
DESV. STAND.	+/- 0.384	+/- 0.059	+/- 0.045	+/- 0.031

Fuente: Datos obtenidos de los análisis fisicoquímicos de las muestras recolectadas en los diferentes muestreos.

La siguiente tabla presenta un promedio de las frecuencias de las concentraciones de sulfatos obtenidas de cada una de las muestras en los cuatro muestreos que fueron realizados en el tiempo estipulado.

Tabla No. 5: Resultados de la concentración de Sulfatos en el agua expresada en mg/L.

*LMA: 100.00 mg/L LMP: 250.00 mg/L

No. de muestra	Muestreo I	Muestreo II	Muestreo III	Muestreo IV
1	25.1667	22.9220	21.1111	20.9667
2	23.6333	23.7780	20.9778	21.1556
3	24.7333	22.4560	21.1111	19.0778
4	24.7667	22.1440	21.7442	21.3444
5	24.9667	23.7110	21.0000	21.6111
6	25.5333	23.7670	21.0444	21.4111
7	23.8000	21.7890	21.2889	21.3556
8	23.4333	24.6330	21.4556	22.4667
9	24.7000	22.0440	23.4778	22.0333
10	23.3000	23.2330	21.1667	21.8000
11	22.9000	23.9330	21.0000	21.9667
\bar{X}	24.2666	23.1281	21.3979	21.3808
DESV. STAND.	+/- 0.8761	+/- 0.9233	+/- 0.7278	+/- 0.8778

Fuente: Datos obtenidos de los análisis fisicoquímicos de las muestras recolectadas en los diferentes muestreos.

La siguiente tabla presenta el promedio de las frecuencias del potencial de Hidrógeno obtenido de cada una de las muestras en los cuatro muestreos que fueron realizados en el tiempo estipulado.

Tabla No. 6: Resultados del pH del agua presentada

*LMA: 7.0 - 7.5

LMP: 6.5 – 8.5

No. de muestra	Muestreo I	Muestreo II	Muestreo III	Muestreo IV
1	6.16	6.77	6.35	6.23
2	6.46	6.72	6.32	6.35
3	6.34	6.64	6.42	6.42
4	6.25	6.61	6.36	6.12
5	6.21	7.54	6.23	6.25
6	6.31	6.47	6.28	6.32
7	6.26	6.70	6.30	6.18
8	6.37	7.24	7.08	6.95
9	6.25	6.47	7.12	6.97
10	6.25	6.53	6.44	6.28
11	6.29	6.47	6.38	6.21
\bar{X}	6.29	6.74	6.48	6.39
DESV. STAND.	+/- 0.08188684	+/- 0.34388423	+/- 0.312506	+/- 0.293954233

Fuente: Datos obtenidos de los análisis fisicoquímicos de las muestras recolectadas en los diferentes muestreos.

La siguiente tabla presenta un promedio de las frecuencias de la toma de conductividad de cada una de las muestras en los cuatro muestreos que fueron realizados en el tiempo estipulado.

Tabla No. 7: Resultados de la conductividad del agua presentada en $\mu.s/cm$

*LMA: --

LMP: 1,500 $\mu.s/cm$

No. de muestra	Muestreo I	Muestreo II	Muestreo III	Muestreo IV
1	230.5	215.7	218.3	231.5
2	231.0	216.5	217.9	229.5
3	224.0	216.9	218.6	231.3
4	223.0	218.8	218.5	235.8
5	220.0	220.0	214.6	237.4
6	219.3	216.4	215.7	238.2
7	221.0	215.3	216.7	229.7
8	223.0	215.0	215.8	227.2
9	230.5	214.6	216.5	229.4
10	224.0	218.2	217.6	231.9
11	225.0	211.6	216.9	237.6
\bar{X}	224.7	216.3	217.0	232.7
DESV. STAND.	+/- 4.2278298	+/- 2.2799521	+/- 1.3003496	+/- 3.8778391

Fuente: Datos obtenidos de los análisis fisicoquímicos de las muestras recolectadas en los diferentes muestreos.

La siguiente tabla presenta un promedio de las frecuencias de las concentraciones de DBO de cada una de las muestras en los cuatro muestreos que fueron realizados en el tiempo estipulado.

Tabla No. 8: Resultados de la Demanda Biológica de Oxígeno presentada en mg/L O₂

*LMA: --

LMP: 25 mg/L O₂

No. de muestra	Muestreo I	Muestreo II	Muestreo III	Muestreo IV
1	0.67	1.22	0.40	0.17
2	0.53	1.13	0.32	0.27
3	0.72	1.41	0.32	0.02
4	0.70	1.14	0.49	0.35
5	0.69	0.86	0.51	0.08
6	1.16	1.31	0.11	0.03
7	0.59	1.35	0.14	0.25
8	0.77	1.67	0.22	0.09
9	1.06	1.13	0.08	0.03
10	1.04	1.07	0.35	0.22
11	0.57	1.16	0.44	0.09
\bar{X}	0.77	1.22	0.30	0.14
DESV. STAND.	+/- 0.22	+/- 0.21	+/- 0.15	+/- 0.11

Fuente: Datos obtenidos de los análisis fisicoquímicos de las muestras recolectadas en los diferentes muestreos.

La siguiente tabla presenta un promedio de las frecuencias de las concentraciones de Oxígeno disuelto de cada una de las muestras en los cuatro muestreos que fueron realizados en el tiempo estipulado.

Tabla No. 9: Resultados de Oxígeno disuelto presentado en mg/L O₂.

*LMA: 8 mg/L O₂.

LMP: 4 mg/L O₂.

No. de muestra	Muestreo I	Muestreo II	Muestreo III	Muestreo IV
1	6.49	9.06	8.93	7.58
2	8.33	9.81	8.67	8.21
3	8.81	9.60	8.88	7.14
4	8.41	9.59	9.04	8.56
5	8.15	10.50	8.97	7.23
6	7.69	10.25	8.76	8.56
7	8.17	10.61	8.78	7.36
8	8.31	10.54	9.86	10.21
9	7.79	9.94	9.92	9.35
10	7.64	9.90	8.73	8.26
11	8.01	9.78	8.69	7.86
\bar{X}	7.98	9.96	9.02	8.21
DESV. STAND.	+/- 0.60	+/- 0.48	+/- 0.45	+/- 0.94

Fuente: Datos obtenidos de los análisis fisicoquímicos de las muestras recolectadas en los diferentes muestreos.

La siguiente tabla presenta un promedio de las frecuencias de los Sólidos Totales de cada una de las muestras en los cuatro muestreos que fueron realizados en el tiempo estipulado.

Tabla No.10: Resultados de Sólidos Totales presentado en mg/L.

*LMA: 500.0 mg/L LMP: 1,000.0 mg/L

No. de muestra	Muestreo I	Muestreo II	Muestreo III	Muestreo IV
1	212	188	180	196
2	212	172	188	180
3	248	185	176	168
4	268	200	192	184
5	264	176	164	196
6	244	200	180	188
7	204	184	212	180
8	200	180	172	160
9	212	188	164	188
10	204	188	176	172
11	200	200	220	168
\bar{X}	224	187	184	180
DESV. STAND.	+/- 26	+/- 10	+/- 18	+/- 12

Fuente: Datos obtenidos de los análisis fisicoquímicos de las muestras recolectadas en los diferentes muestreo.

La siguiente tabla presenta un promedio de las frecuencias de la concentración de CaCO_3 para observar la dureza del agua de cada una de las muestras en los cuatro muestreos que fueron realizados en el tiempo estipulado.

Tabla No. 11: Resultados de Dureza del agua expresados en mg/L de CaCO_3 .

*LMA: 100.00 mg/L LMP: 500.00 mg/L

No. de muestra	Muestreo I	Muestreo II	Muestreo III	Muestreo IV
1	87.648	95.568	96.096	88.704
2	88.704	93.984	97.680	90.816
3	91.872	95.568	98.208	87.120
4	84.480	96.624	95.040	95.040
5	91.872	320.496	98.736	89.232
6	85.536	97.680	92.928	95.568
7	87.648	102.432	98.736	98.208
8	92.928	281.952	95.040	91.344
9	88.704	118.272	92.400	92.928
10	86.592	98.736	97.680	91.872
11	85.536	128.832	97.152	88.704
\bar{X}	88.320	139.104	96.336	91.776
DESV. STAND.	+/- 2.844	+/- 81.345	+/- 2.232	+/- 3.404

Fuente: Datos obtenidos de los análisis fisicoquímicos de las muestras recolectadas en los diferentes muestreos.

La siguiente tabla presenta un promedio de las frecuencias de la concentración de Cloruro para observar la concentración de cloro en agua de cada una de las muestras en los cuatro muestreos que fueron realizados en el tiempo estipulado.

Tabla No. 12: Resultados del análisis cualitativo de la concentración de cloro en mg/L.

*LMA: 0.5 mg/L

LMP: 1.0 mg/L

No. de muestra	Muestreo I	Muestreo II	Muestreo III	Muestreo IV
1	1.5	0.5	0.5	0.5
2	1.5	0.5	0.5	0.5
3	1.0	0.5	0.5	0.5
4	1.0	0.5	0.5	0.5
5	1.0	0.5	0.5	0.5
6	1.0	0.5	0.5	0.5
7	1.0	0.5	0.5	0.5
8	1.0	0.5	0.5	0.5
9	1.0	0.5	0.5	0.5
10	1.0	0.5	0.5	0.5
11	1.0	0.5	0.5	0.5
\bar{X}	1.1	0.5	0.5	0.5
DESV. STAND.	+/- 0.2	+/- 0.0	+/- 0.0	+/- 0.0

Fuente: Datos obtenidos de los análisis fisicoquímicos de las muestras recolectadas en los diferentes muestreos.

La siguiente tabla presenta los resultados de los análisis microbiológicos que fueron realizados a las muestras de agua de los diferentes muestreos.

Tabla No. 13: Resultados de análisis microbiológicos: Coliformes Totales (CT), Coliformes Fecales (CF) y *Escherichia coli* (EC) del agua presentados en Unidades Formadoras de Colonias (UFC)

*LMA: 0 UFC

LMP: 3 UFC

No. de muestra	Muestreo I			Muestreo II			Muestreo III			Muestreo IV		
	CT	CF	EC	CT	CF	EC	CT	CF	EC	CT	CF	EC
1	23	23	23	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3
2	15	4	4	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3
3	43	43	43	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3
4	240	23	23	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3
5	240	23	23	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3
6	210	1100	1100	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3
7	75	150	150	<3	<3	<3	93	9	9	<3	<3	<3
8	43	240	240	2400	2400	2400	460	240	240	<3	<3	<3
9	15	15	15	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3
10	93	9	9	<3	<3	<3	<3	<3	<3	4	9	9
11	43	23	23	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3

Fuente: Datos obtenidos de los análisis microbiológicos de las muestras recolectadas en los diferentes muestreos.

9. Discusión

El agua es un líquido vital e indispensable para todo ser humano, por lo cual debe proveerse libre de cualquier contaminación tanto química, física y microbiológica. Por tal razón es importante la realización periódica de ciertos análisis para comprobar que está dentro de las especificaciones de determinadas normas para que pueda ser de consumo humano.

El trabajo realizado fue la evaluación de la calidad fisicoquímica y análisis microbiológico del agua del pozo municipal ubicado en la aldea La Faja, del Municipio de Chiquimulilla, Departamento de Santa Rosa, una de las causas por las que se realizó fue por los reportes de alta incidencia de enfermedades dermatológicas y gastrointestinales en ciertas regiones del Departamento, por parte de vecinos del área a través de los diferentes medios de comunicación.

Para la realización de esta investigación se solicitó el apoyo de la Municipalidad de Chiquimulilla, a quienes se les informó sobre los resultados, los cuales fueron tomados en cuenta para la corrección de errores en el proceso de potabilización del agua en dicho pozo, ya que nunca se había dado un buen mantenimiento a este pozo distribuidor y en raras ocasiones se adicionaba la pastilla de tricloro.

Los análisis realizados fueron, físicos, temperatura, potencial de hidrógeno y las características organolépticas, olor, color y sabor; químicos, cloruros, nitratos, nitritos, sulfatos, oxígeno disuelto, sólidos totales, demanda biológica de oxígeno por cinco días y la dureza, el análisis microbiológico consistió en observar si había presencia o no de coliformes fecales, coliformes totales y *E. coli*. Se realizó el análisis con estos parámetros pues el estudio fue realizado en el Laboratorio de Análisis Ambiental del Centro Universitario de Oriente –CUNORI- de la Universidad de San Carlos de Guatemala y en dicha institución, se cuenta con reactivos, cristalería, equipo e infraestructura necesarios para este tipo de análisis.

En el primer muestreo, se puede observar que en las Tablas 1 a la 12 los análisis fisicoquímicos cumplen con lo establecido por la Norma COGUANOR 29 001: 99; sin embargo, en la tabla de resultados No. 13 referente al análisis microbiológico del primer muestreo el 100 % de la muestras presentan contaminación por Coliformes Totales y Fecales así como *E. coli*, ya que se encontró un número de Unidades Formadoras de Colonias mayor a los límites permitidos por la Norma COGUANOR 29 001: 99, lo que indica que el agua de este pozo en ese tiempo no era apta para el consumo humano. Pues los valores obtenidos expresan la contaminación que pueden provocar problemas de salud, desencadenando de esta manera enfermedades gastrointestinales. Tal situación se discutió con las autoridades municipales, lográndose así, una la limpieza profunda del pozo y la administración periódica de cloro, cada 10 días. Debido a esto, se esperó dos meses para realizar el segundo muestreo, con el fin de obtener mejores resultados, con cambios significativos. Efectivamente, se puede observar los resultados, en la misma tabla No. 13, en el muestreo II, III y IV, que la mayor parte de las muestras cumplen con la Norma COGUANOR 29 001: 99, excepto la muestra 7 en el tercer muestreo y la muestra 10 en el cuarto muestreo, que no cumplen con la normativa, debiéndose a una posible contaminación en la toma o en la manipulación de la muestra, pues el incremento no es significativo y en los otros muestreos si cumplen con los parámetros.

En las muestras 8 y 9 de los muestreos II III y IV, en todos los análisis se muestran aumentados en relación a las otras muestras, sin embargo se encuentran siempre dentro de los límites permitidos, esto puede deberse a un posible problema en la tubería que distribuye el agua a estas casas, pues además a la hora de muestrear, se observó que el agua llega con muy poca presión a estos chorros.

El análisis de cloro libre en agua fue cualitativo, método DPD o DFD (dietil-p-fenilen diamina), que consiste en la adición de este reactivo al agua para obtener una coloración que proporciona una concentración aproximada en mg/L según una escala colorimétrica proporcionada por el proveedor del instrumento, esto, debido a que el laboratorio no contaba con el equipo y los reactivos necesarios para hacer un análisis cuantitativo, por lo

tanto en la tabla No. 12 se puede observar que los resultados del análisis cualitativo del cloro libre se encuentran dentro de los parámetros permitidos por la Norma COGUANOR 29 001: 99.

Se verificó que el agua que distribuye el pozo municipal ubicado en la aldea La Faja, Chiquimulilla, Santa Rosa cumple con las especificaciones recomendadas en la norma COGUANOR NGO 29001, por lo tanto es apta para el consumo humano.

10. Conclusiones

- 10.1.**El estado sanitario del agua del pozo municipal de la aldea La Faja, Chiquimulilla, Santa Rosa cumple con las especificaciones recomendadas en la norma COGUANOR NGO 29001 por lo tanto es apta para el consumo humano.
- 10.2.**Con las pruebas fisicoquímicas y microbiológicas realizadas al agua del pozo municipal de la aldea La Faja, Chiquimulilla, Santa Rosa, se puede establecer que el agua del mismo es potable.
- 10.3.**Las autoridades municipales están comprometidas a continuar con los procedimientos adecuados de cloración para mantener la buena calidad del agua.
- 10.4.**Pese a la buena calidad del agua, la población fue incentivada y capacitada para utilizar buenas prácticas de almacenamiento y desinfección del agua, así como a darle un buen uso al agua potable.

11. Recomendaciones

- 11.1.** Solicitar a las autoridades municipales de Chiquimulilla, Santa Rosa que implementen un programa permanente de muestreo y análisis de la potabilidad del agua, para evitar de esta manera enfermedades en la población.
- 11.2.** Se debe contar con un sistema eficiente de cloración del agua para evitar la proliferación bacteriana en sus aguas.
- 11.3.** Evaluar las concentraciones de cloro periódicamente, realizar una calendarización para adición de la tableta de cloro y conseguir un dosificador para conservar la buena calidad del agua del pozo distribuidor.
- 11.4.** Realizar pruebas de cloro residual al agua para mantener la concentración de la misma dentro de los parámetros de COGUANOR.
- 11.5.** Verificar el estado de los filtros de purificación del agua cada seis meses, para evitar así el paso de partículas extrañas tanto en el tanque de captación como en los respectivos pozos.
- 11.6.** Realizar una restauración del espacio físico donde se encuentra ubicado el pozo proveedor principal utilizando pintura epóxica y materiales no tóxicos para evitar contaminación química al agua.

- 11.7.** Revisar periódicamente las tuberías y realizar mantenimiento a las mismas, pues el agua podría contaminarse al pasar por las tuberías sucias y en mal estado.
- 11.8.** Realizar el lavado del pozo de distribución con cloro y ropa adecuada (overoles y botas), exclusivos para el lavado de los mismos, para evitar el uso de otras vestimentas que contaminen la fuente y sobre todo por conservar la seguridad del personal encargado de la limpieza.
- 11.9.** Brindar capacitaciones al administrador de mantenimiento para el uso adecuado del equipo de protección para la realización de la aplicación de cloro a los pozos.
- 11.10.** Solicitar a las autoridades que el agua potable sea distribuida a más casas y de distancias más lejanas para que toda la población de los alrededores puedan gozar de un agua libre de contaminación.
- 11.11.** Desarrollar una campaña educativa por parte de las autoridades municipales, con el fin de hacerle entender a la población, el peligro que representa para la salud, el consumo de agua contaminada, enseñándoles medidas a seguir para evitar el desarrollo de enfermedades hídricas.

10. Referencias Bibliográficas

- Aurazo de Zumaeta, M. 2004. Manual para análisis básicos de calidad del agua de bebida.
- Departamento de Regulación de los Programas de Salud y Ambiente (COGUANOR) NGO 29 001:99 1ª. Revisión. Especificaciones, agua potable.
- Escalante, M. 2014. Monografía del Departamento de Santa Rosa, Municipio Chiquimulilla.
- FAO. (2011). Información sobre el uso del agua en la agricultura y el medio rural de la FAO.
- Fernández, A. 2003. Calidad de agua y contaminación química. En: Jornadas Iberoamericanas, Enfoques integrados de la problemática del agua. (2., 2003, Cartagena de Indias, Colombia). Ed. Alicia Fernández. Cartagena de Indias, Colombia, Print and Service. Pp. 31-37.
- Gramajo, B. 2004. Determinación de la calidad del agua para consumo humano y uso industrial, obtenida de pozos mecánicos en la zona 11, Mixco, Guatemala. (Tesis de Ingeniería). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
- Hernández, J. 2012. “Evaluación de la calidad bacteriológica de agua de pozos para consumo humano del casco urbano del departamento de Chiquimula”. (Tesis de Licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.

INFOM. 2006. Proyecto de rehabilitación de plantas de tratamiento de agua potable en el interior de Guatemala. Guatemala.

López, J. 2011. “Análisis físico, químico y examen microbiológico del agua que se distribuye en la aldea Tacajalvé del Municipio de San Francisco el Alto, Totonicapán”. (Tesis de Licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.

Manahan, S. E. 2007. Introducción a la Química Ambiental. México: Reverté.

Martin, H. 1996. Determinación de la calidad del agua para consumo humano y uso industrial de las fuentes de agua que abastecen al Municipio de Santa Catarina Pínula. (Tesis de Ingeniería). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.

Martínez, J. 2010. Química. España: Cengage Learning Latinoamérica.

Molina MA. 2009 Evaluación de la Calidad Fisicoquímica del agua de la planta municipal que abastece al Departamento de Zacapa, Municipio de Zacapa. (Tesis de graduación Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia). Pp. 44.

Morales MR. 2003. Control de calidad del agua para consumo humano de la cabecera departamental de Jalapa, municipio de Jalapa. (Tesis de graduación Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia).

Organización Mundial para la Salud (OMS). 2008. Guías para la calidad del agua potable. 3ª. Edición. Ginebra. Vol. 1.

Pascual Capilla, J. M., & Jaume, P. 2002. Fundamentos de colorimetría.
Recuperado de <http://www.bvsde.paho.org/bvsacg/fulltext/manual.pdf>

Skoog, D., & West, D. 2001. Química analítica (7a ed.). Mexico: Mc Graw Hill.

Sociedad Central de Arquitectos, SCA. 2008. Enfermedades Transmitidas por el Agua.

Tórtola, G. J. 2007. Introducción a la Microbiología. USA: Editorial Médica Panamericana.

Uasnávar Gavilán, María Montserrat. 2000. Determinación de la calidad del agua de los laboratorios de la Universidad de San Carlos de Guatemala. (Tesis de graduación Facultad de Ingeniería, Inga. Qca.), Universidad de San Carlos de Guatemala.

Vargas, C. 2014. Riesgo de enfermedades transmitidas por el agua en zonas rurales.
Recuperado de: www.fao.org/nr/water/aquastat/countries_regions/guatemala

Wetzel, R. 2001. Limnology, Lake and River Ecosystems. 3rd. edition. San Diego, USA; Elsevier Academic Press. 1006pp.

13. Anexo

Anexo 1: Noticias de los principales periódicos del país

24/10/12 - 00:00 Santa Rosa (Prensa Libre)

Vecinos se enferman por agua contaminada

Una gran cantidad de pobladores de la aldea San Antonio La Montaña, Nueva Santa Rosa, Santa Rosa, en especial los niños, padecen enfermedades en la piel y gastrointestinales, debido a que en sus casas no hay servicio de agua entubada, por lo que usan la de fuentes naturales, que en la mayoría de casos está contaminada.

POR OSWALDO CARDONA Santa Rosa

En la aldea San Antonio La Montaña habitan unas 90 familias y, además de la falta de agua, se quejan de que desde hace más de cuatro años no han recibido la visita del personal del Ministerio de Salud, por lo que los problemas dérmicos y gastrointestinales son más dramáticos.

Vidalía Villalobos, presidenta del Consejo Comunitario de Desarrollo, explicó que prácticamente viven aislados porque la comunidad está muy lejos del área urbana.

Refirió que la población se abastece de agua en el río Los Esclavos y en los dos nacimientos de agua que hay en la comunidad, que en verano se secan.

Villalobos expresó que para obtener un poco de líquido debe caminar al menos dos kilómetros y madrugar, pues desde la una de la mañana hay personas que llenan recipientes.

Enfermedades

El consumo y contacto con esta agua de manantiales y del afluente ha causado que a los niños les salgan erupciones en la piel, pues muchos animales beben en esos lugares.

La vecina María Alicia Hernández aseguró que a su hija Dilia García, de 8 años, le aparecieron unas manchas en la cara un día después de haberse bañado en el manantial, y que a los pocos días se le extendieron, por lo que la llevó al médico,

quien le dijo que era un hongo que debía quitarse en unos días, pero ya pasaron más de 15 y no mejora.

Fernanda Hernández, ama de casa, expuso que sus nietos padecen de diarrea por estar en contacto con agua contaminada.

Agregó que desde hace cuatro años nadie del Área de Salud los visita, por lo que cuando alguien se enferma tienen que caminar 12 kilómetros para llegar al Centro de Salud del municipio.

Hernández refirió que otra opción es contratar un vehículo de doble tracción, que son los únicos que pueden ingresar en la comunidad, debido al mal estado de la carretera.

Matilde Torres Hernández, tía de las hermanas Karina y Mayli Torres González, de 4 y 9 años, respectivamente, aseguró que las niñas tienen una enfermedad en los huesos y tienen desnutrición, pero que desde hace un mes ya no las llevó al centro de Salud porque debían caminar y a las menores se les fracturan los huesos.

Los pobladores exigen a las autoridades que al menos una vez al mes se realice una jornada médica en el lugar.



Fuente: Imágenes Prensa Libre
24 de octubre de 2012

Noticias > Nacionales (deGuate.com)

Otto Pérez Molina recibe radiografía ambiental

26 Oct, 2012 - 11:57:12

Tala inmoderada de bosques, contaminación de recursos hídricos y erosión del suelo por prácticas inadecuadas, son tres de los problemas que incluye el perfil ambiental de Guatemala, elaborado por la Universidad Rafael Landívar (URL), el cual fue entregado al presidente Otto Pérez Molina.



Rolando Alvarado, rector de la URL, entregó el estudio al gobernante, a la ministra de Ambiente, Roxana Sobenes, y al secretario de Planificación y Programación, Fernando Carrera.

"Se debe realizar un trabajo en conjunto que involucre a todos los guatemaltecos. Se debe generar conciencia sobre el cuidado de nuestros recursos naturales, porque los efectos recaerán en nuestros hijos y nietos", indicó el gobernante.

Agregó que el estudio "contiene un alto valor en cuanto a mejorar las políticas públicas. Además, es el reflejo de que todos lo guatemaltecos debemos tener conciencia sobre proteger el ambiente".

El estudio científico acerca de la vulnerabilidad local y el creciente riesgo ambiental estuvo a cargo del Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente (IARNA) de la URL.

"Con este diagnóstico se contribuye a la conciencia y a establecer una cultura de no contaminación y no destrucción", indica Juventino Gálvez, director del IARNA.

Los daños:

En cuanto a la deforestación, se detectó que desde 2010 la pérdida anual de bosques en Guatemala alcanza las 38 mil 597 hectáreas. Las principales razones son el consumo de leña entre comunidades y el incremento de industrias ilegales que practican a tala inmoderada.

"Se detectó que hay 2 mil 355 industrias que se dedican a esta actividad. Sin embargo, hay alrededor de 500 que lo hacen de forma ilegal", refiere Gálvez.

Lanzan alerta por uso de agua

En cuanto al uso del agua potable, se detectó que, de los 18 mil 800 sistemas de suministro, más del 50% no contienen niveles adecuados de cloro. En el manejo de suelos resalta que anualmente se pierden 299 millones de metros cúbicos por la mala práctica agrícola, que ha causado la sedimentación de los cursos de agua.

El estudio refleja que anualmente se generan 117 millones de toneladas de desechos sólidos. Sin embargo, sólo el 20% lleva un tratamiento adecuado y reciclaje. Guatemala emite 48 millones de toneladas de dióxido de carbono al año.

Publicado por: Oscar Estrada

Fuente: dca.gob.gt

Anexo 2
Certificados de Análisis Realizados

Guatemala, 02 de febrero de 2015

Señor Alcalde
José Arturo Crespín de Paz
Municipalidad de Chiquimulilla
Departamento de Santa Rosa

Estimado señor Alcalde:

Reciba un cordial saludo, deseándole éxitos en sus actividades diarias.

Como parte de la labor que tan eficientemente desempeña en su cargo como Alcalde Municipal, usted se ha preocupado de velar por el bienestar de la población del municipio de Chiquimulilla, siendo una de sus actividades primordiales, el mantenimiento y distribución de agua potable para consumo de la población, colaborando así con el resguardo de la salud de los habitantes, razón por la cual, autorizó y apoyó en la realización del proyecto de tesis, "Evaluación de la Calidad Físicoquímica y Análisis Microbiológico del Agua del Pozo Municipal Ubicado en la Aldea de La Faja, del Municipio de Chiquimulilla, Departamento de Santa Rosa".

El estudio como es de su conocimiento, se realizó dividido en cuatro muestreos en diferentes meses del año, donde se obtuvieron los resultados que se presentan en los certificados que encontrará adjuntos a este informe, con los cuales se establece que tanto los resultados de los análisis físicoquímicos como microbiológicos, se encuentran dentro de los parámetros establecidos por la Norma COGUANOR NGO 29001, por lo tanto el agua es de calidad y segura para consumo humano, el agua es potable. Sin embargo, se recomienda continuar con las buenas prácticas de cloración y potabilización periódica del pozo, dar el mantenimiento adecuado a las tuberías que llevan el agua a cada vivienda e implementar medidas de seguridad para el personal encargado del mantenimiento y limpieza del pozo municipal ubicado en la Aldea La Faja, Chiquimulilla, Santa Rosa.

Agradeciendo su valiosa colaboración, me suscribo.

Atentamente,


Br. Alejandra Patricia Escobar Chupina
DPI No. 1641 08718 0101



LABORATORIO AMBIENTAL
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE -CUNORI-
CARRERA DE INGENIERO EN GESTIÓN AMBIENTAL
Finca El Zapotillo, Zona 5, Municipio de Chiquimula, Chiquimula
Tel. 78730300



Referido por:	Br. Alejandra Escobar	No. Muestreo:	01
Identificación de la Muestra:	Pozo Municipal Aldea La Faja	Fecha:	13/12/2013
Localización:	Chiquimulilla, Santa Rosa		
Tipo de Fuente:	Agua de Pozo Potabilizada		
Uso de Agua:	Agua de Consumo Humano		
Telefono:			

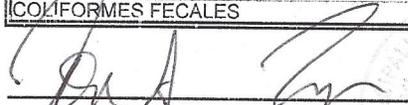
ANALISIS DE FISICO-QUIMICO DE AGUA

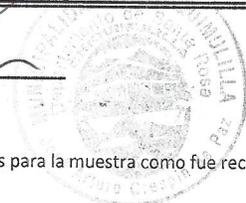
PARAMETROS	RESULTADOS	Limite Maximo Aceptable	Limite Máximo Permisible
Conductividad $\mu\text{S/cm}$	224.7	---	menor de 1,500
Temperatura* $^{\circ}\text{C}$	23.75	15 a 25	34
Sólidos Disueltos Totales mg/l	224	---	500
Oxigeno Disuelto mg/l	7.98	8	4
Cloruro mg/l	1.1	0.5	1.0
pH Unidades	6.29	7.0 a 7.5	6.5 a 8.5
Fosfatos mg/l	0.262	0.5	1.0
Nitratos mg/l	2.475	---	10
Nitritos mg/l	0.0009	---	0.1
Sulfato mg/l	24.27	100	250
Demanda Biológica de Oxigeno DBO5 mg/l	0.77	---	25
Dureza mg/l CaCO_3	88.32	100	500

* Temperatura: los resultados corresponden a la temperatura de la muestra tomada in situ.

ANALISIS BACTERIOLOGICO DE AGUA

PARAMETROS	RESULTADOS	Valor de Referencia
COLIFORMES TOTALES	54	3
ESCHERICHIA COLI	151	3
COLIFORMES FECALES	151	3


Alcalde Municipal
Notificado




Br. Alejandra Escobar
Analista

Los resultados de este informe son válidos para la muestra como fue recibida en el laboratorio



LABORATORIO AMBIENTAL
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE -CUNORI-
CARRERA DE INGENIERO EN GESTIÓN AMBIENTAL
 Finca El Zapotillo, Zona 5, Municipio de Chiquimula, Chiquimula
 Tel. 78730300

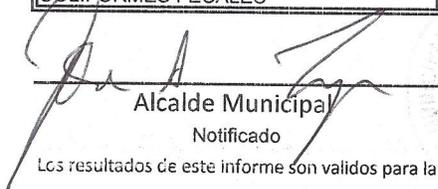


Referido por:	Br. Alejandra Escobar	No. Muestreo:	2
Identificación de la Muestra:	Pozo Municipal Aldea La Faja	Fecha:	03/02/2014
Localización:	Chiquimulilla, Santa Rosa		
Tipo de Fuente:	Agua de Pozo Potabilizada		
Uso de Agua:	Agua de Consumo Humano		
Telefono:			

ANALISIS DE FISICO-QUIMICO DE AGUA				
PARAMETROS		RESULTADOS	Limite Maximo Aceptable	Limite Maximo Permisible
Conductividad	µS/cm	216.3	---	menor de 1,500
Temperatura*	°C	23.78	15 a 25	34
Sólidos Disueltos Totales	mg/l	187	---	500
Oxigeno Disuelto	mg/l	9.96	8	4
Cloruro	mg/l	0.5	0.5	1
pH	Unidades	6.74	7.0 a 7.5	6.5 a 8.5
Fosfatos	mg/l	0.141	0.5	1
Nitratos	mg/l	2.1325	---	10
Nitritos	mg/l	0.00185	---	0.1
Sulfato	mg/l	23.13	100	250
Demanda Biológica de Oxígeno DBO5	mg/l	1.22	---	25
Dureza	mg/l CaCO3	139.104	100	500

*temperatura: los resultados corresponden a la temperatura de la muestra tomada in situ.

ANALISIS BACTERIOLOGICO DE AGUA		
PARAMETROS	RESULTADOS	Valor de Referencia
COLIFORMES TOTALES	<3	3
ESCHERICHIA COLI	<3	3
COLIFORMES FECALES	<3	3


 Alcalde Municipal
 Notificado




 Br. Alejandra Escobar
 Analista

Los resultados de este informe son validos para la muestra como fue recibida en el laboratorio



LABORATORIO AMBIENTAL
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE -CUNORI-
CARRERA DE INGENIERO EN GESTIÓN AMBIENTAL
 Finca El Zapotillo, Zona 5, Municipio de Chiquimula, Chiquimula
 Tel. 78730300



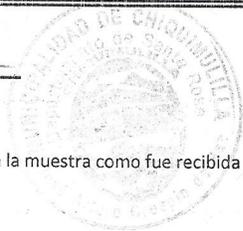
Referido por:	Br. Alejandra Escobar	No. Muestreo:	03
Identificación de la Muestra:	Pozo Municipal Aldea La Faja	Fecha:	05/03/2014
Localización:	Chiquimulilla, Santa Rosa		
Tipo de Fuente:	Agua de Pozo Potabilizada		
Uso de Agua:	Agua de Consumo Humano		
Telefono:			

ANALISIS DE FISICO-QUIMICO DE AGUA				
PARAMETROS		RESULTADOS	Limite Maximo Aceptable	Limite Maximo Permisible
Conductividad	µS/cm	217	---	menor de 1,500
Temperatura*	°C	23.48	15 a 25	34
Sólidos Disueltos Totales	mg/l	184	---	500
Oxigeno Disuelto	mg/l	9.02	8	4
Cloruro	mg/l	0.5	0.5	1
pH	Unidades	6.48	7.0 a 7.5	6.5 a 8.5
Fosfatos	mg/l	0.116	0.5	1
Nitratos	mg/l	2.24266	---	10
Nitritos	mg/l	0.0029	---	0.1
Sulfato	mg/l	21.40	100	250
Demanda Biológica de Oxigeno DBO5	mg/l	0.30	---	25
Dureza	mg/l CaCO3	96.336	100	500

* Temperatura: los resultados corresponden a la temperatura de la muestra tomada in situ.

ANALISIS BACTERIOLOGICO DE AGUA		
PARAMETROS	RESULTADOS	Valor de Referencia
COLIFORMES TOTALES	<3	3
ESCHERICHIA COLI	<3	3
COLIFORMES FECALES	<3	3


 Alcalde Municipal
 Notificado




 Br. Alejandra Escobar
 Analista

Los resultados de este informe son validos para la muestra como fue recibida en el laboratorio



**LABORATORIO AMBIENTAL
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE -CUNORI-
CARRERA DE INGENIERO EN GESTIÓN AMBIENTAL**
Finca El Zapotillo, Zona 5, Municipio de Chiquimula, Chiquimula
Tel. 78730300



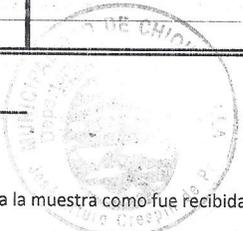
Referido por:	Br. Alejandra Escobar	No. Muestreo:	04
Identificación de la Muestra:	Pozo Municipal Aldea La Faja	Fecha:	09/04/2014
Localización:	Chiquimulilla, Santa Rosa		
Tipo de Fuente:	Agua de Pozo Potabilizada		
Uso de Agua:	Agua de Consumo Humano		
Teléfono:	79440341		

ANALISIS DE FISICO-QUIMICO DE AGUA				
PARAMETROS		RESULTADOS	Límite Máximo Aceptable	Límite Máximo Permisible
Conductividad	µS/cm	232.7	---	menor de 1,500
Temperatura*	°C	23.54	15 a 25	34
Sólidos Totales	mg/l	544	500	1000
Sólidos Disueltos Totales	mg/l	180	---	500
Oxígeno Disuelto	mg/l	8.21	8	4
Cloruro	mg/l	0.5	0.5	1
pH	Unidades	6.39	7.0 a 7.5	6.5 a 8.5
Fosfatos	mg/l	0.142	0.5	1
Nitratos	mg/l	2.20202	---	10
Nitritos	mg/l	0.0026	---	0.1
Sulfato	mg/l	21.38	100	250
Demanda Química de Oxígeno DQO	mg/l	329.66	10	40
Demanda Biológica de Oxígeno DBO5	mg/l	0.14	---	25
Dureza	mg/l CaCO3	91.776	100	500

* Temperatura: los resultados corresponden a la temperatura de la muestra tomada in situ.

ANALISIS BACTERIOLOGICO DE AGUA		
PARAMETROS	RESULTADOS	Valor de Referencia
COLIFORMES TOTALES	<3	3
ESCHERICHIA COLI	<3	3
COLIFORMES FECALES	<3	3

Alcalde Municipal
Notificado



Br. Alejandra Escobar
Analista

Los resultados de este informe son validos para la muestra como fue recibida en el laboratorio

Anexo 3
Procedimientos para Mejorar la Calidad del Agua

13.2. GUÍA DEL USUARIO PARA LA DESINFECCIÓN Y CLORACIÓN DEL AGUA

UNIDADES Y SÍMBOLOS

PESO	VOLUMEN
kilogramo = Kg	metro cúbico = m ³
gramo = gr	litro = L
miligramo = mg	mililitro = ml
	centímetro cúbico = cm ³
	galón = Gal
LONGITUD	CONCENTRACIÓN
metro = m	partes por millón = ppm
centímetro = cm	
pulgada = "	

EQUIVALENCIAS

PESO
1 Kg = 1000 gr
1 gr = 1000 mg
VOLUMEN
1 m ³ = 1000 L
1 L = 1000 ml
1 L = 1000 cm ³
1 ml = 1 cm ³
1 ml es aproximadamente 20 gotas
1 gota es aproximadamente 0.05 ml y también aproximadamente es 50 mg de agua
1 cucharita es aproximadamente 3 cm ³ y también aproximadamente es 3 gr de agua
1 cucharada sopera es aproximadamente 10 cm ³ y también aproximadamente es 10 gr de agua
1 L de agua pesa 1 Kg de agua
CONCENTRACIÓN
1 ppm = 1 mg de alguna sustancia disuelta en 1 L de agua
1 ppm = 1 gr de alguna sustancia disuelta en 1 m ³ de agua

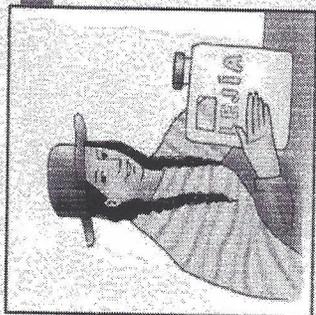
Fuente: Manual de capacitación para la operación y mantenimiento de sistemas de agua potable.

Uso del Cloro para la Desinfección de los Sistemas de Agua Potable

Para la desinfección de los sistemas de agua potable en la zona rural, se utilizan dos tipos de cloro:

1° Un tipo de cloro líquido llamado **LEJÍA (HIPOCLORITO DE SODIO)**.

2° Un tipo de cloro en polvo llamado **HIPOCLORITO DE CALCIO DE CALCIO**.



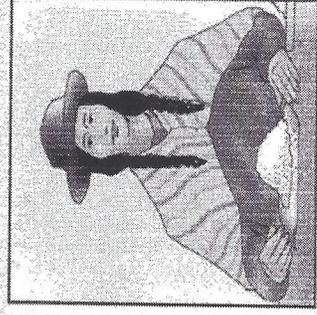
LEJÍA (HIPOCLORITO DE SODIO)

Ventajas

- Fácil de usar
- Se mezcla bien
- No obstruye el clorador
- Fácil de conseguir
- Viene en envase seguro

Desventajas

- Se disuelve rápido en el aire
- Es menos fuerte que el hipoclorito de calcio
- Y cuesta un poco más



HIPOCLORITO DE CALCIO

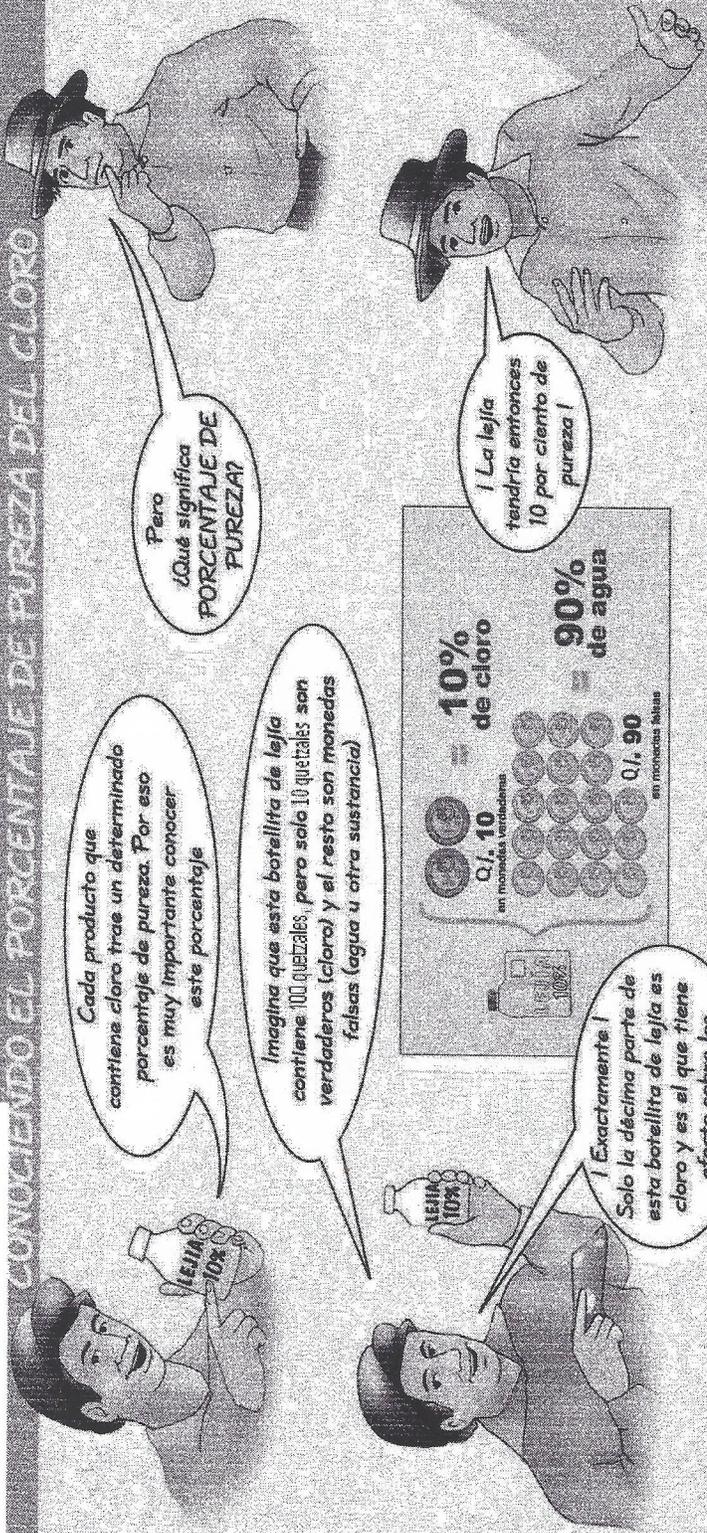
Ventajas

- Es más fuerte que la lejía
- No se disuelve tan rápido en el aire
- Cuesta un poco menos que la lejía

Desventajas

- No es fácil de encontrar
- No se mezcla bien
- Puede obstruir el clorador
- Es más complicado de medir
- No viene en un envase muy seguro

CONOCIENDO EL PORCENTAJE DE PUREZA DEL CLORO



Cada producto que contiene cloro trae un determinado porcentaje de pureza. Por eso es muy importante conocer este porcentaje

Imagina que esta botellita de lejía contiene 100 quezales, pero solo 10 quezales son verdaderos (cloro) y el resto son monedas falsas (agua u otra sustancia)

Pero ¿Qué significa PORCENTAJE DE PUREZA?

¡ La lejía tendría entonces 10 por ciento de pureza !



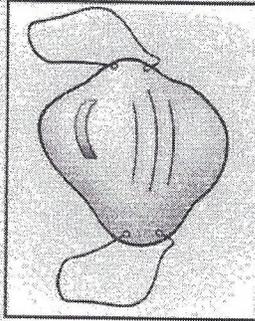
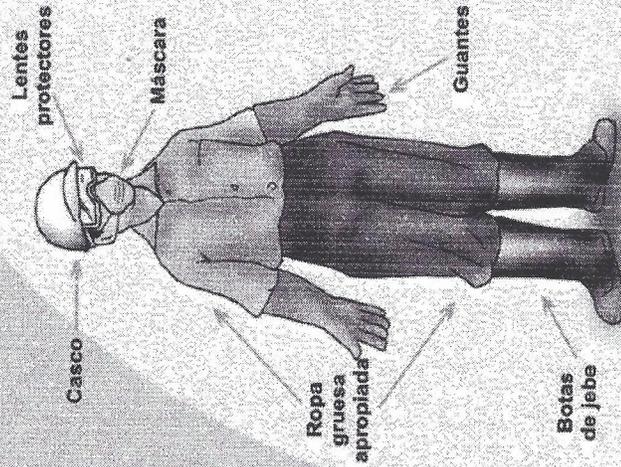
¡ Exactamente ! Solo la décima parte de esta botellita de lejía es cloro y es el que tiene efecto sobre los microbios



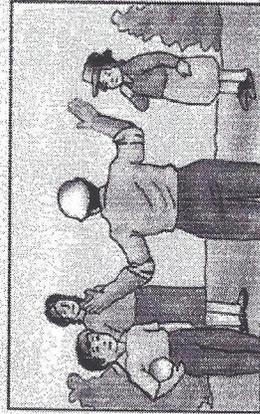
La lejía varía entre 3 % y 10 % de pureza, mientras que el hipoclorito de calcio se vende a 33 % de pureza de cloro

MEDIDAS DE PREVENCIÓN CON EL CLORO

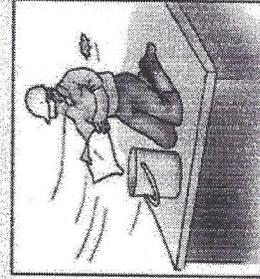
En primer lugar es importante usar equipo de protección al manipular cloro



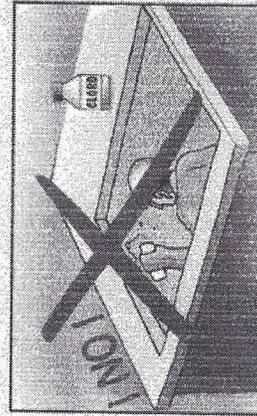
La máscara es útil pero se recomienda no confiar mucho en ella. Es preferible no ingresar a sitios cerrados con cloro



Se debe alejar a gente ajena del área donde se manipula el cloro



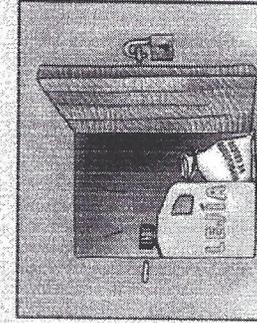
Hay que manipular el cloro solo donde hay bastante ventilación



Nunca hay que entrar en el reservorio y limpiar con cloro. Para limpiar solo se debe usar agua

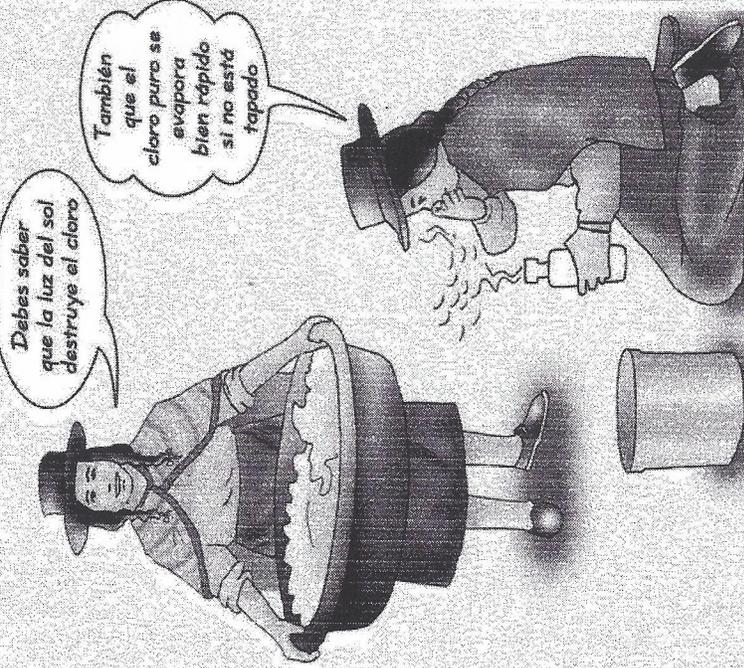


Es indispensable avisar a los usuarios antes de cada desinfección

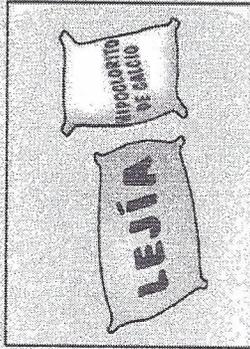


Guardar el cloro en lugares seguros, con candado y lejos del alcance de los niños

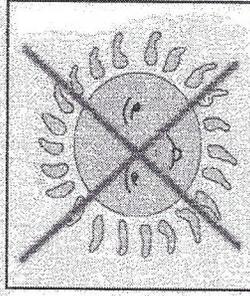
ALMACENAMIENTO CORRECTO DEL CLORO



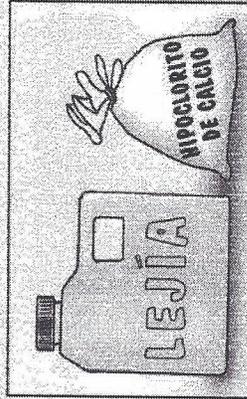
Para ahorrar cloro tenemos que:



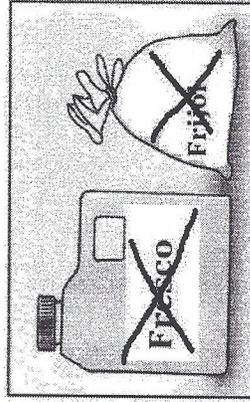
Usar etiquetas sobre los recipientes para diferenciarlos claramente



Almacenar cloro donde no le llegue la luz del sol



Usar recipientes o bolsas que sean opacas, que cierren bien y que no dejen escapar alares

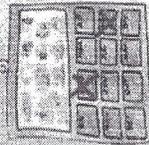


Destruir los envases luego de usarlos y descartarlos en un lugar adecuado. No usar para guardar alimentos.

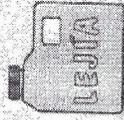
DIFERENCIAS ENTRE DESINFECCION Y CLORACION

DESINFECCION

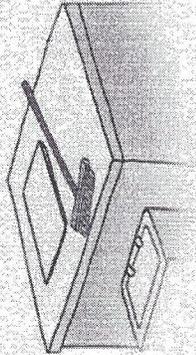
Proceso que se hace con altas cantidades de cloro (en concentraciones mayores a 100 ppm) a fin de esterilizar algunas partes o todo el sistema de agua potable.



Se hace dos veces al año o en determinados casos especiales



Se usa abundante cloro (lejía o hipoclorito de calcio)



Se desinfectan los techos, las paredes, las tapas y los accesorios de las instalaciones



¡NO!

No se puede tomar el agua de desinfección porque tiene demasiado cloro

La desinfección mata todas las bacterias, virus y parásitos en unas horas. Por eso, después de la desinfección se debe enjuagar con agua limpia el reservorio y tuberías, antes de volver a abastecer de agua a la población

En este manual vamos a distinguir los siguientes términos:

- A la Desinfección del Sistema la vamos a llamar simplemente DESINFECCION
- Y a la Desinfección Permanente del Agua, la vamos a denominar CLORACION

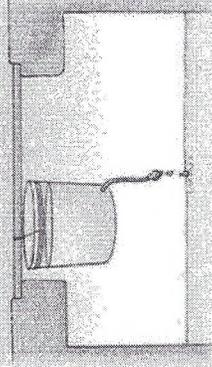
CLORACION

Proceso que se hace con baja concentración de cloro para la desinfección continua del agua.



Se usa poco cloro

Se hace todo el tiempo sin parar entre las desinfecciones



Se suelta por goteo solo en el reservorio a fin de que el agua tenga siempre cloro

¡SI!

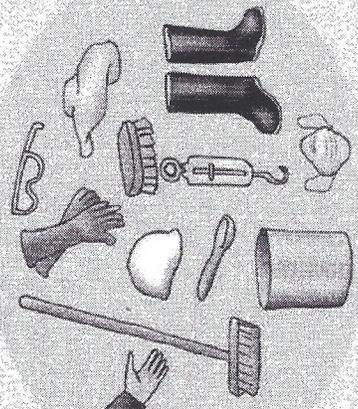


Se puede tomar el agua de la cloración porque tiene solo un poquito de cloro que no hace daño a las personas pero que mata a los microbios

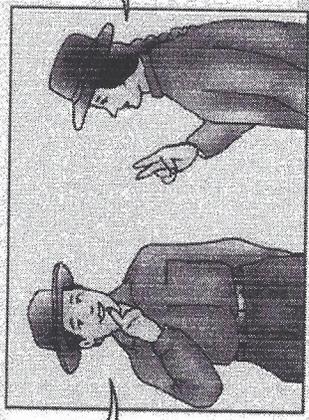
La cloración mata bacterias, virus y parásitos en forma permanente, evitando que se reproduzcan y haciendo que el agua sea buena para la salud

PREPARACIÓN PARA LA DESINFECCIÓN

Estas son las herramientas y los equipos que vamos a necesitar



¿Y cuándo deberíamos desinfectar?

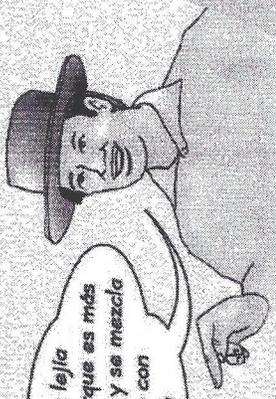
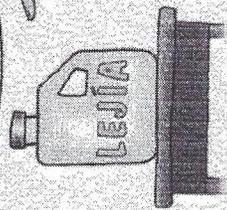


Solo dos veces al año. Después de una obra y cuando el sistema está contaminado.

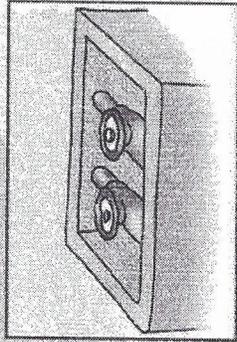
Por ejemplo, si hay una tubería rota, tenemos que repararla y después desinfectar las redes

¿Qué tipo de cloro deberíamos comprar? ¿Lejía o hipoclorito de calcio?

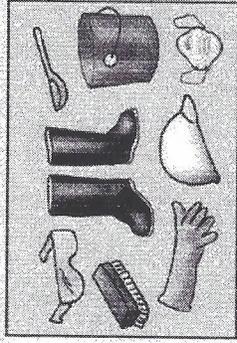
Es mejor la lejía o cloro líquido porque es más fácil de encontrar y se mezcla bien rápido con el agua



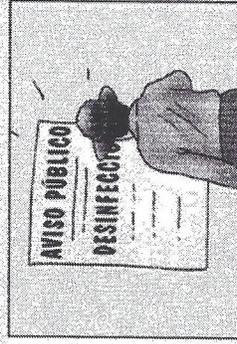
PRIMEROS PASOS PARA DESINFECTAR UN SISTEMA



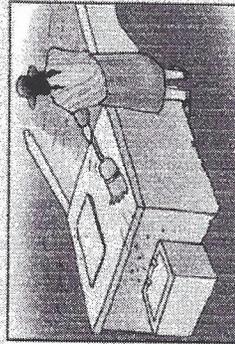
1 Realizar mantenimiento de válvulas



2 Contar con los elementos de protección y los equipos necesarios



3 Hacer la notificación respectiva en lugares públicos y por la radio

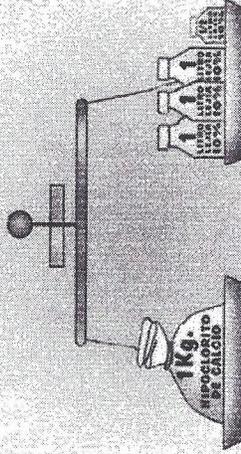


4 Limpiar los alrededores



5 Adquirir suficiente lejía o hipoclorito de calcio, teniendo presente la siguiente equivalencia:

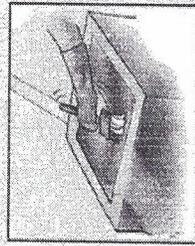
EQUIVALENCIA



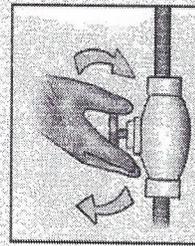
1 kilogramo de hipoclorito de calcio al 32% de pureza contiene 330 gr. de cloro
 3.5 litros de lejía al 10% de pureza contiene aproximadamente 330 gr. de cloro

Una desinfección con alta concentración de cloro equivale a una esterilización, es decir a la muerte rápida y total de los microbios en el sistema de agua potable. Esta desinfección se hace siempre antes de poner en uso un sistema nuevo. En los sistemas existentes es recomendable hacerlo por lo menos dos veces al año y cada vez que se contamine el sistema (como en el caso de rotura de tuberías o rajaduras de paredes, entre otras posibilidades)

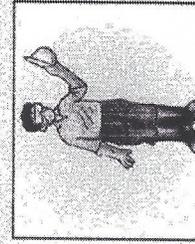
DESINFECCIÓN DE LA CAPTACION



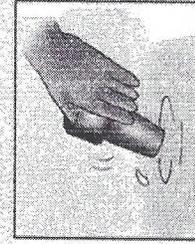
1 Limpiar el techo y la tapa



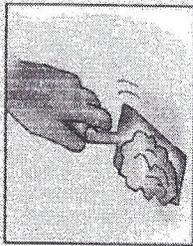
2 Cerrar la válvula de salida



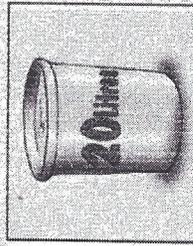
3 Ponerse el equipo de protección



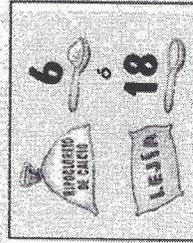
4 Quitar el tubo de rebose



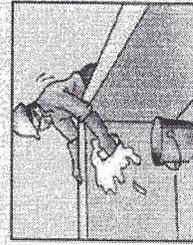
5 Quitar el lodo y las piedras del fondo



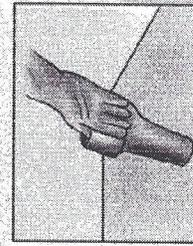
6 Llenar un balde con 20 litros de agua



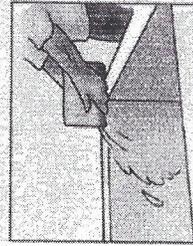
7 Echar en el balde de agua, 6 cucharadas soperas de hipoclorito de calcio ó 18 cucharadas soperas de lejía



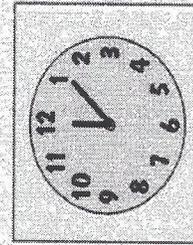
8 Frotar con la solución de cloro el techo, las paredes, la tapa y los accesorios



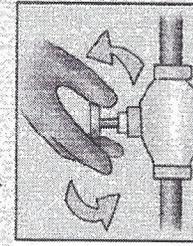
9 Colocar el cono de rebose



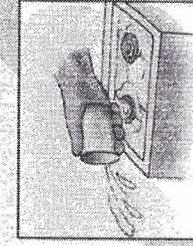
10 Echar la solución de cloro restante en la captación



11 Esperar 5 minutos porque la captación tiene estructura pequeña y además se está usando una concentración de más de 100 ppm de cloro

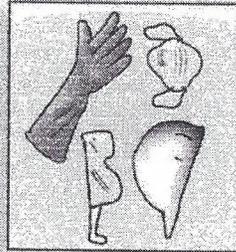


12 Abrir la válvula de salida

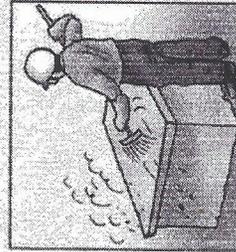


13 Evacuar el agua de la caja de válvulas si es que no hay drenaje

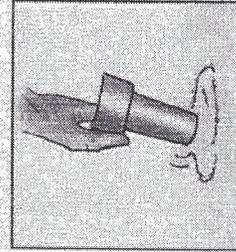
DESINFECCIÓN DE LA CAJA ROMPE PRESIÓN



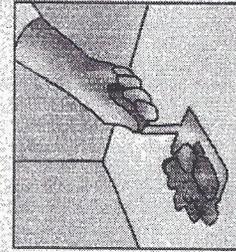
1 Ponerse el equipo de protección. No es necesario ponerse las botas



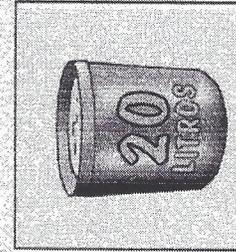
2 Limpiar el techo y la tapa



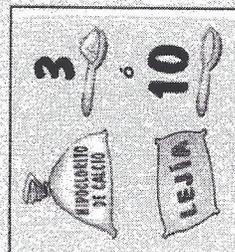
3 Quitar el tubo de reboso



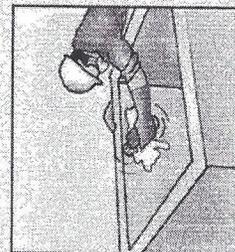
4 Quitar el lodo y las piedras del fondo



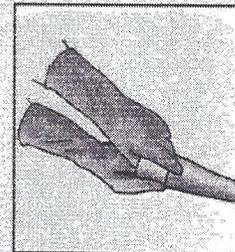
5 Llenar un balde con 20 litros de agua



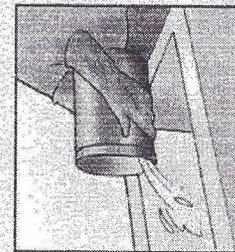
6 Echar en el balde de agua, 3 cucharadas soperas de hipoclorito de calcio ó 10 cucharadas soperas de lejía



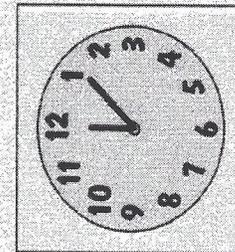
7 Frotar con la solución de cloro el techo, las paredes, la tapa y los accesorios



8 Colocar el tubo de reboso



9 Echar la solución de cloro restante en la caja



10 Esperar 5 minutos

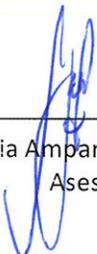
Anexo 4: Fotos de la realización de la parte experimental de la investigación





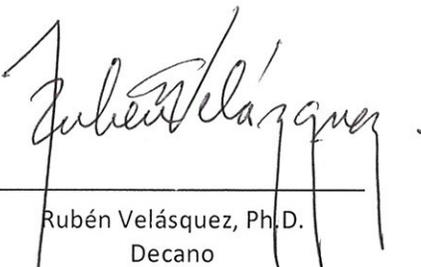



Alejandra Patricia Escobar Chupina
Autora


Licda. Julia Amparo García Bolaños
Asesora


Licda. María Nereida Marroquín Tintí
Revisora


Licda. Gloria Elizabeth Navas Escobedo
Directora de Escuela


Rubén Velásquez, Ph.D.
Decano