

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS Y FARMACIA

Control de calidad del agua para consumo humano de la cabecera departamental
de Jalapa, municipio de Jalapa.

Informe de Tesis

Presentado por:

Mirla Raffaella Morales Cameros

Para optar el título de

Químico Farmacéutico

Guatemala, Octubre del 2003

JUNTA DIRECTIVA

M.Sc. Gerardo Leonel Arroyo Catalán	Decano
Licda. Jannette Sandoval Madrid de Cardona	Secretaria
Licda. Gloria Elizabeth Navas Escobedo	Vocal I
Lic. Juan Francisco Pérez Sabino	Vocal II
Dr. Federico Adolfo Richter Martínez	Vocal III
Br. Carlos Enrique Serrano	Vocal IV
Br. Claudia Lucía Roca Berredondo	Vocal V

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:

Oscar Morales y Loly de Morales:

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 para ustedes de manera especial este triunfo.

A MI HERMANO:

Gracias "oscarito" porque siempre has estado a mi lado cuando mas 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 NOVIO:

Gracias Shaun: mi amor por tu amor, tu apoyo, comprensión, por ser un ser humano excepcional, gracias por estar siempre para mi, por enseñarme a ver el mundo de la manera en que siempre quise. Para ti mi amor infinito.

A MIS ABUELITAS:**Herlinda y Rosalina:**

Gracias infinitas por sus consejos y amor. Las amo.

A MIS TIOS:

Rosita +, Verena, Chata, Enio, Tavila, Rebeca, Lila, Berta, Zoila, Concha, Chico y Max, para ustedes mi amor y mis agradecimientos.

A MIS AMIGOS:

Lucia, Glenda, Miguel, José, Daniel, Vivian, gracias por su amistad incondicional, y por ser en mi vida algo realmente especial. De manera especial: a Michy y Fausto: 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 PABLO: +

GRACIAS...

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad de San Carlos de Guatemala

A la Facultad de Ciencia Químicas y Farmacia.

A todas las personas que colaboraron en mi formación Profesional.

A Laboratorio Herbruger Junior y Compañía Limitada: por su apoyo incondicional en este trabajo de tesis.

A la Unidad de Análisis, de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. USAC: por su apoyo en este trabajo de tesis.

A mi asesor: Lic. Estuardo Serrano Vives, M.A.: por su apoyo en todo momento para que este trabajo de Tesis fuera posible.

A mi Revisora: Licda. Julia García Bolaños , mil gracias.

A Licda. Lineth de Noguera: gracias por su apoyo en todo momento.

INDICE

1. Resumen	1
2. Introducción	3
3. Antecedentes	5
4. Justificación	9
5. Objetivos	10
6. Hipótesis	12
7. Materiales y Métodos	13
8. Resultados	27
9. Discusión de Resultados	38
10. Conclusiones	41
11. Recomendaciones	42
12. Referencias	43
13. Anexos	48

1. RESUMEN

El presente trabajo de tesis tuvo como objetivo principal determinar si el agua potable del municipio de Jalapa, departamento de Jalapa era apta para el consumo humano.

Se realizó una investigación teórica sobre el tema en estudio, en el cual se evaluó del agua potable, siendo éste uno de los problemas principales que interesa a la población de dicho municipio.

Para dicha investigación se contó con la colaboración de un laboratorio privado así como con la Unidad de Análisis de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia.

De acuerdo con los resultados obtenidos los cuales se realizaron en el período comprendido entre el 22 de mayo al 2 de julio del año 2003 , el agua potable distribuida por la municipalidad del municipio de Jalapa departamento de Jalapa, no llena los requisitos de calidad según la Norma COGUANOR 29,001 , lo cual no la hace apta para el consumo humano; siendo los resultados más representativos los siguientes: de acuerdo a los análisis físicos realizados las muestras recolectadas no cumplen con los parámetros de turbidez en su mayoría, y en lo que respecta al parámetro de sabor el 100 % fueron rechazadas.

Los resultados obtenidos para el análisis químico es preocupante mencionar que no se le da el tratamiento de cloración adecuado a dicha agua, lo cual conlleva a la proliferación de bacterias, tal y como coincide con el análisis microbiológico (E. coli) en el cual las 50 muestras analizadas no cumplen con la Norma COGUANOR 29,001; la cual permite una cantidad no mayor de cuatro unidades formadoras de colonias.

2. INTRODUCCIÓN

El agua es un recurso natural indispensable y vital para todo ser vivo y de manera especial para el ser humano. Nuestro país afronta actualmente problemas en lo que respecta a la calidad del agua, lo cual acarrea graves problemas en lo que al sector salud se refiere, afectando principalmente a la población de bajos recursos económicos.

Es importante desde el punto de vista sanitario y epidemiológico que la población humana 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 lo es.

En la cabecera departamental de Jalapa, municipio de Jalapa, se ha observado que el agua es de una apariencia no agradable a los sentidos, es por ello que en la presente investigación se realizarán los ensayos correspondientes para analizar los parámetros y características tanto físicos, tales como: Olor, turbidez, sabor, potencial de hidrógeno; químicos: cloruros, nitratos, dureza total, hierro y pruebas microbiológicas: *E. coli*; como indican los estándares establecidos por la Norma COGUANOR: NGO 29001, para el agua potable, para determinar si dicha agua es apta para el consumo humano.

Para esta investigación la toma de muestra, se realizó en pozos, tanque de distribución y red de distribución.

3. ANTECEDENTES

La cabecera departamental de Jalapa, municipio de Jalapa está localizada geográficamente al oriente de la capital de Guatemala rodeada por los departamentos del Progreso, Jutiapa, Chiquimula, y frontera con el país de El Salvador. El departamento está conformado por siete municipios los cuales son : Jalapa, Monjas, Mataquescuintla, San Manuel Chaparrón, San Luis Jilotepeque, San Carlos Alzatate y San Pedro Pinula; contando el municipio de Jalapa con 23,884 habitantes y un total de viviendas de 5,589.(11)

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.(19)

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. (9)

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 microorganismos ni sustancias químicas a concentraciones que puedan amenazar la salud humana; además, debe ser tan agradable como las circunstancias lo permitan. (9)

El agua para consumo humano de la cabecera departamental de Jalapa, municipio de Jalapa, proviene del Río Jalapa (ladinos Pardo) el cual ésta ubicado al occidente de dicha cabecera; el tanque de captación se encuentran en el lugar denominado el Arenal. Existen tres pozos en diferentes puntos, para abastecer de agua a la cabecera de Jalapa, los cuales están situados en los siguientes lugares: El Complejo, Porvenir y Lazareto; distribuyendo éstos asimismo a barrios y colonias; entre los barrios están: Chipilapa, Porvenir, Democracia, San Francisco y Esperanza; y colonias: Linda vista, Los Pinos, Panoramas del Jumay, Bosques de Viena, Los Llanos, Barrientos y Eucaliptos. (21)

Se han realizado varios estudios sobre el control de la calidad del agua potable en distintas regiones del país en la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia así como también en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San

Carlos de Guatemala, pero no existe ningún estudio acerca de la calidad de la misma de la cabecera departamental de Jalapa, municipio de Jalapa.

En el año de 1982, Berganza, evaluó el agua para consumo humano de la población del Amatillo, Ipala del departamento de Chiquimula realizándose análisis físico, químico y examen microbiológico. (1)

En 1984, Méndez realizó un estudio de control de calidad de agua potable para consumo humano de la ciudad de San Pedro Sacatepéquez, departamento de San Marcos realizándose análisis fisicoquímico y bacteriológico. (2)

En 1991, Santizo realizó análisis para determinar los niveles de nitratos en aguas para consumo humano de la ciudad de Rabinal, Baja Verapaz. (3)

En 1992, Cruz, realizó evaluación bacteriológica del agua de distribución del Hospital General San Juan de Dios. (4)

En 1998, De León realizó el análisis del agua para consumo humano del municipio de Cuilco, Huehuetenango. (5)

En 1998 , López, realizó Evaluación de la calidad del agua para consumo humano de la aldea El Paredón, Buena Vista, La Gomera, Escuintla. (7)

4. JUSTIFICACIÓN

El agua potable es aquella que por sus características de calidad, químicas, físicas y microbiológicas es adecuada para consumo humano.

En el municipio de Jalapa, cabecera de Jalapa, la demanda de agua ha aumentado, por lo que parte de las operaciones unitarias del proceso de potabilización no se llevan a cabo. La presente investigación se realizó con el objetivo de determinar la calidad de agua para consumo humano de dicho municipio, debido a que no se llevan a cabo controles periódicos de la calidad de la misma por parte de las autoridades municipales, desconociéndose de esta manera si el agua es apta o no para consumo de la población. Así también desde el punto de vista sanitario y epidemiológico es indispensable que la población humana, cuente con un servicio de agua potable, debido a la propagación de enfermedades de origen hídrico como: disentería amebiana y bacilar, fiebre tifoidea, cólera y gastroenteritis, todos estos agentes etiológicos se encuentran en materias fecales y orina de los infectados los cuales pueden llegar a un depósito de desemboque en una fuente de agua y contaminarla. (14)

5. OBJETIVOS

5.1 OBJETIVOS GENERALES:

- 4.1.1 Determinar la calidad del agua para consumo humano que se distribuye en el actual sistema municipal de la cabecera departamental de Jalapa, municipio de Jalapa, realizando para ello los correspondientes ensayos físicos, químicos y exámenes bacteriológicos.

5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- 5.2.1 Proporcionar información actualizada a la población de la cabecera departamental de Jalapa, sobre la calidad del agua municipal.
- 5.2.2 Proponer recomendaciones, de acuerdo a los resultados que se obtengan en la presente investigación, para de esta manera garantizar que el agua que se distribuye en dicha población sea apta para el consumo humano.

5.2.3 Comparar los resultados obtenidos del agua potable con los límites de la norma COGUANOR No. 29,001, para determinar la calidad sanitaria de la misma.

6. HIPÓTESIS

El agua para consumo humano de la cabecera departamental de Jalapa, municipio de Jalapa, llena los requerimientos físicos, químicos, y bacteriológicos establecidos por las normas guatemaltecas de potabilización (COGUANOR No. 29,001) para poder ser utilizada en el consumo de la población humana.

7. MATERIALES Y MÉTODOS

7.1 UNIVERSO DE TRABAJO:

El universo de trabajo esta constituido por el agua para consumo humano de la cabecera departamental de Jalapa, municipio de Jalapa, proveniente de la Montaña de Jalapa.

7.2 MEDIOS:

7.2.1 RECURSOS HUMANOS:

- Autora: Mirla Raffaella Morales Cameros, estudiante de la carrera de Químico Farmacéutico.
- Asesor: Licenciado Estuardo Serrano Vives.

7.3 RECURSOS MATERIALES:

7.3.1 Laboratorio de control de calidad Alfredo Herbruger Jr, y compañía limitada, (realizándose en éste mismo la parte microbiológica).

7.3.2 EQUIPO Y MATERIALES DE LABORATORIO:

- Centrifuga
- Potenciómetro
- Estufa
- Horno
- Mechero Bunsen
- Refrigerador
- Probetas de 25 y 50 cc
- Beakers de 250 cc
- Autoclave
- Espectrofotómetro UV – VIS

- Pipetas volumétricas
- Termómetro
- Cajas de Petri
- Erlenmeyer de 250 cc
- Agitador de vidrio
- Frascos de vidrio de 250 cc
- Balones aforados de 100 ml
- Espectroquant Nova 60 Merck

7.3.3 REACTIVOS:

- Agua destilada
- Hielo
- Ácido sulfúrico concentrado
- Brucina
- Ácido acético al 96 %
- Nitrato de potasio
- Cloruro de mercurio

- Buffer de pH 4,7 y 9

7.3.4. PROCEDIMIENTO:

- Revisión bibliográfica
- Elaboración de listado de los lugares donde se tomarán las muestras.
- Elaboración del plan de muestreo
- Recolección de muestras
- Análisis físico, químico y microbiológico del agua.
- Informe final

7.4 MÉTODO:

7.4.1 Toma de la muestra: Las muestras para el análisis físico y químico, se toman teniendo especial cuidado de no contaminarlas antes de llegar al laboratorio y se transportan en recipientes de polietileno. La técnica utilizada para la toma de muestras es la siguiente: se enjuaga 3 veces consecutivas el envase destinado a la muestra con el agua que se muestrea previo a su toma, luego el envase se identifica debidamente con

una etiqueta que contiene los siguientes datos: Lugar, fuente, día, hora, tomada por, municipio, departamento. El período de tiempo comprendido entre la toma y el inicio de los análisis físicos y químicos nunca debe ser mayor de 20 horas.

Con respecto al tipo de muestreo para el examen bacteriológico, el grifo que se elija para los exámenes debe estar en buenas condiciones, conectado directamente a la red de distribución, se flamea y se deja correr el agua durante 2 minutos, por lo menos. La muestra se transporta en hielo inmediatamente que se toma, se lleva al laboratorio para su examen correspondiente.

Si la muestra se recoge directamente de la fuente de abastecimiento el frasco esterilizado debe sujetarse cerca del fondo y llenarse sin necesidad de enjuagarlo, para ello sumerge el frasco lo más cerca del fondo posible y con el cuello hacia abajo se le da la vuelta de tal forma que quede ligeramente más elevado que el fondo y la boca en la dirección de la corriente, luego se abre el frasco y se llena dejando un espacio de aire adecuado para una posterior homogenización.

Las muestras deben ser transportadas y conservarlas en refrigeración y el período de tiempo comprendido entre la toma y el inicio del examen bacteriológico no debe ser mayor de 18 horas. (8)

Análisis de la calidad de agua. En este trabajo de tesis se toman en cuenta tres tipos de análisis, que se realiza para determinar la calidad del agua, dichos análisis han sido normados por las Normas COGUANOR No. 29,001.

7.4.2 Número de muestras recolectadas: Por cada día programado de muestreo se toma 10 muestras, tomándose un total de 50 muestras.

7.4.3 Ubicación de los sitios de muestreo:

Zonas de la cabecera departamental de Jalapa municipio de Jalapa.

7.4.4 ANÁLISIS FÍSICOS:

7.4.4.1 Turbidez: Puede ser causada por una amplia variedad de materiales suspendidos, con un ámbito de tamaño desde el coloidal hasta partículas microscópicas, dependiendo del grado de turbulencia. En algunos cuerpos de agua la turbidez es debido a dispersiones normales.

Significado sanitario: La turbidez es importante considerada por la siguiente razón: cualquier turbidez del agua causa en el consumidor pocos deseos de ingerirla y utilizarla en sus alimentos. (9)

Para poder medir la turbidez se utilizará el aparato llamado nefelómetro.

Límite máximo aceptable: 5 unidades U.T.N. (Unidades nefelométricas de turbidez).

Límite máximo permisible: 25 unidades (U.T.N.) (21)

7.4.4.2 Olor: Los procedimientos analíticos no son satisfactorios para su medición y tiene que confiarse en el sentido del olfato, es tomado como examen organoléptico.

Por lo que el método a utilizarse en la investigación es el olfato.

Los olores del agua son debido a pequeñas concentraciones de compuestos volátiles. Algunos de estos compuestos se producen cuando se descompone la materia orgánica y de preferencia se presenta en las aguas superficiales a causa de la presencia de materia orgánica proveniente de escurrimientos superficiales y por el plancton de las algas principales.

Significado sanitario: 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. (13)

Límite máximo aceptable (LMA): No rechazable

Límite mínimo permisible LMP): No rechazable.

7.4.4.3 Sabor: Se determina por medio de examen organoléptico, clasificándose como rechazable o no.

Límite máximo aceptable: No rechazable

Límite mínimo permisible: No rechazable (12)

7.4.4.4 Potencial de Hidrógeno: Representa las concentraciones de iones de hidrógeno, mide la intensidad de las reacciones ácidas o alcalinas del agua. El agua que no tiene ácido ni álcali da un valor de pH igual a 7.

Significado sanitario: La mayoría de aguas superficiales naturales tienen un valor de pH entre 5.5 – 8.6. La alteración excesiva, fuera de éstos límites puede indicar la contaminación del abastecimiento por algún desecho. (12)

El potencial de hidrógeno (pH) es medido utilizando el potenciómetro de electrodo de vidrio para poder obtener resultados confiables.

Límite máximo aceptable: 7 -8.5

Límite máximo permisible: 6.5 -9.2. (19)

7.4.5 ANÁLISIS QUÍMICOS:

7.4.5.1 Cloruros. El análisis se realiza mediante el Kit Microquant – 1.4978 para cloruros en el cual se utiliza los reactivos siguientes: Cl₂ 1_B y Cl₂ 2_B. (Merck). Tomar 5 ml de agua; agregar 3 gotas de reactivo Cl₂ 1_B más 1 gota del reactivo Cl₂ 2_B comparar con el Kit el color (rosado) y éste indica la cantidad de cloro presente en la muestra.

Límite máximo aceptable: 2.00 mg/L Cl

Límite máximo permisible: 6.00 mg/L Cl

Significado sanitario: Concentración excesiva podría indicar contaminación por excretas humanas, particularmente orina y /o agua residual contaminada. (12)

7.4.5.2 Nitratos. Por el método de brucina. Si la muestra tiene cloro adicionar 0.1 ml de solución de arsenito 0.028 N por cada 0.05 mg de Cl y mezclar. Añadir 1 gota en exceso a 50 ml de la muestra. Agregar en un vaso de 50 ml 2 ml de muestra y 1 ml de reactivo de brucina-ácido sulfanílico, en otro vaso de la misma capacidad 10 ml de solución de ácido sulfúrico, agregar el contenido del primer vaso en el segundo. Mezclar trasvasando unas 4 a 6 veces. Cubrir la mezcla y dejarla reposar por 10 minutos en la obscuridad. Añadir 10 ml de agua destilada a la muestra y mezclar de igual forma que la mezcla anterior. Dejar enfriar por 30 minutos en la obscuridad. Realizar una lectura espectrofotométrica de absorción ultravioleta con longitud de onda de 410 nm contra patrón.

Límite máximo aceptable: Nitratos 45 mg/L

7.4.5.3 Hierro. Por método espectrofotométrico. Medir volumétricamente con agitación previa 50 ml de muestra y agregar 2 ml de solución de ácido clorhídrico y 1 ml de hidroxilamina; calentar a ebullición hasta que el volumen se reduzca a 15 o 20 ml. Enfriar a temperatura ambiente y pasar la solución a un matraz aforado de 50 ml, agregar 10 ml de la solución amortiguadora de acetato y 2 ml de la solución de fenantrolina; diluir hasta el aforo con agua destilada. Mezclar y dejar reposar. Preparar una serie de estándares de la solución patrón de hierro y un blanco tratándolas de

la misma forma que la muestra. Proceder a la lectura de las muestras a 510 nm.

Límite máximo aceptable: 0.1 mg/L

Límite máximo permisible: 1.0 mg/L

7.4.5.4 Dureza Total: Agregar 5 ml de agua más 3 gotas de reactivo de Gesamtharte (test; Merck).

Presencia color verde: (-) negativa

Presencia color rojo: (+) positiva

Luego agregar, si la prueba es positiva, reactivo para dureza (Merck) , lo cual indica las ppm presentes en la muestra.

Límite máximo deseable: 100 mg/L

Límite máximo permisible: 500 mg/L (13)

7.4.6 Examen bacteriológico:

Este examen es aplicable para la investigación del grupo coliforme total; cuya especie a investigar es: Escherichia coli, la cual es huésped normal del intestino humano y animales. El propósito del examen es calificar la calidad sanitaria del agua potable de consumo humano. (6)

Método: Para determinar la presencia de **E. coli** se utilizan las placas petrifilm, las cuales contienen un medio de cultivo adecuado para el crecimiento de éstas bacterias.

Las placas contienen un medio de cultivo deshidratado, el cual se activa con 1 ml de la muestra, seguidamente incubar a una temperatura de 35 °C en un período de 24 a 48 horas. Contar el número de UFC/ml.

Análisis de resultados:

(+) *E. coli* color azul, debido a que posee B-glucoronidasa como indicador.

7.4.7 Diseño de investigación:

6.5.7.1 Cálculo del número de réplicas: el cálculo se determina mediante la siguiente fórmula

$$n = \frac{Nc^2(pq)^2}{\Delta^2}$$

Donde:

- **n:** Número de muestras
- **NC:** Valor de Z para un nivel de confianza del 95 %

- Δ : Límite de error en la estimación (0.15)
- **pq**: Equivale a la variación esperada de la respuesta, asumiéndose que **p = q = 0.5**

Obteniéndose lo siguiente:

$$n = \frac{(1.96)^2 (0.25)}{(0.15)^2} = 43 \text{ muestras}$$

7.4.7.2 Diseño de muestreo:

Para ello se toma en cuenta los tres pozos de los cuales se les extrae una muestra de cada uno, así como una muestra del tanque de distribución y zonas que abastecen con agua potable la cabecera departamental de Jalapa de las cuales se muestrearon un total de 10 muestras cada 10 días, constituyendo un total de 50 muestras; dicho muestreo (en las zonas) se realiza al azar y la cantidad de muestras a tomar de cada zona, depende de la extensión de la misma. (ver anexo No. 1)

7.4.7.3 Análisis de Resultados:

Los resultados obtenidos se analizan mediante estadística descriptiva, con base en los resultados obtenidos se efectúa una estimación del porcentaje de cada parámetro y se determina el intervalo de confianza al 95 %, también se utiliza tablas.

8. RESULTADOS

Resultados Análisis Físicos

Tabla 8.1 Resultado Análisis de Turbidez:

Fecha Fuente	22-05-03	1-06-03	11-06-03	22-06-03	2-07-03	Media
Tanque	38	40	50	45	28	40.20
Pozo 1	23	25	20	24	15	21.40
Pozo 2	35	40	18	22	18	26.60
Pozo 3	25	31	19	29	24	25.60
Toma 1	45	40	33	62	45	45.00
Toma 2	45	35	75	54	40	49.80
Toma 3	30	32	45	35	28	34.00
Toma 4	31	33	28	25	25	28.40
Toma 5	50	61	45	36	30	44.40
Toma 6	48	49	35	28	27	37.40

La tabla 8.1 muestra los resultados del análisis de Turbidez ,así también se identifican la fecha y fuente de recolección; la cual muestra de acuerdo a la media obtenida, que la mayoría de las muestras no cumple con lo establecido por la Norma COGUANOR :29,001 la cual permite un LMA de 5 UTN y un LMP de 25 UTN.

Tabla 8.2 Resultado Análisis de olor:

Fecha Fuente	22-05-03	1-06-03	11-06-03	22-06-03	2-06-03	Resultado
Tanque	No rechazable	No rechazable	No rechazable	No rechazable	No rechazable	No rechazable
Pozo 1	No rechazable	No rechazable	No rechazable	No rechazable	No rechazable	No rechazable
Pozo 2	No rechazable	No rechazable	No rechazable	No rechazable	No rechazable	No rechazable
Pozo 3	No rechazable	No rechazable	No rechazable	No rechazable	No rechazable	No rechazable
Toma 1	No rechazable	No rechazable	No rechazable	No rechazable	No rechazable	No rechazable
Toma 2	No rechazable	No rechazable	No rechazable	No rechazable	No rechazable	No rechazable
Toma 3	No rechazable	No rechazable	No rechazable	No rechazable	No rechazable	No rechazable
Toma 4	No rechazable	No rechazable	No rechazable	No rechazable	No rechazable	No rechazable
Toma 5	No rechazable	No rechazable	No rechazable	No rechazable	No rechazable	No rechazable
Toma 6	No rechazable	No rechazable	No rechazable	No rechazable	No rechazable	No rechazable

La tabla 8.2 muestra los resultados obtenidos de las 50 muestras analizadas, así como también se identifica la Fuente, fecha de recolección y la media. LMA: No rechazable, LMP: No rechazable

Tabla 8.3 Resultado Análisis de Sabor:

Fecha Fuente	22-05-06	1-06-03	11-06-03	22-06-03	2-06-03	Resultado
Tanque	Rechazable	Rechazable	Rechazable	Rechazable	Rechazable	Rechazable
Pozo 1	Rechazable	Rechazable	Rechazable	Rechazable	Rechazable	Rechazable
Pozo 2	Rechazable	Rechazable	Rechazable	Rechazable	Rechazable	Rechazable
Pozo 3	Rechazable	Rechazable	Rechazable	Rechazable	Rechazable	Rechazable
Toma 1	Rechazable	Rechazable	Rechazable	Rechazable	Rechazable	Rechazable
Toma 2	Rechazable	Rechazable	Rechazable	Rechazable	Rechazable	Rechazable
Toma 3	Rechazable	Rechazable	Rechazable	Rechazable	Rechazable	Rechazable
Toma 4	Rechazable	Rechazable	Rechazable	Rechazable	Rechazable	Rechazable
Toma 5	Rechazable	Rechazable	Rechazable	Rechazable	Rechazable	Rechazable
Toma 6	Rechazable	Rechazable	Rechazable	Rechazable	Rechazable	Rechazable

La tabla 8.3 muestra los resultados obtenidos de las 50 muestras en el período comprendido entre el 22 de mayo al 2 de julio del año 2003, en el municipio de Jalapa, departamento de Jalapa, en la cual se puede observar que el 100% de las muestras fueron rechazadas.

Tabla 8.4 Potencial de Hidrógeno:

Fecha Fuente	22-05-06	1-06-03	11-06-03	22-06-03	2-06-03	Media
Tanque	7.15	7.19	7.21	7.25	7.18	7.20
Pozo 1	7.01	6.99	7.01	7.15	7.01	7.23
Pozo 2	7.05	7.10	7.12	7.05	7.10	7.08
Pozo 3	7.05	7.01	7.01	7.09	7.10	7.05
Toma 1	7.15	7.25	7.16	7.10	7.30	7.19
Toma 2	6.89	7.15	6.99	7.01	7.15	7.04
Toma 3	7.18	7.17	6.89	7.17	6.95	7.07
Toma 4	7.22	7.31	7.54	7.25	7.45	7.35
Toma 5	6.85	7.58	7.90	7.15	7.55	7.38
Toma 6	6.82	7.10	6.51	6.89	6.75	6.81

La tabla 8.4 presenta los resultados obtenidos para las 50 muestras analizadas en el período comprendido entre el 22 de mayo al 2 de julio del año 2003, así también se identifica la fuente de recolección y la media obtenida, en lo cual se puede observar que el 100% cumple con lo establecido por la Norma COGUANOR: 29,001: LMA: 7 – 8.5 y LMP: 6.5 – 9.

RESULTADOS ANÁLISIS QUÍMICOS

Tabla 8.5 Resultados Análisis de Cloruros, expresado en mg/L:

Fecha Fuente	22-05-06	1-06-03	11-06-03	22-06-03	2-06-03	Media
Tanque	0.20	0.20	0.10	0.20	0.10	0.16
Pozo 1	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Pozo 2	0.20	0.20	0.10	0.10	0.10	0.14
Pozo 3	0.20	0.20	0.10	0.10	0.10	0.14
Toma 1	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Toma 2	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Toma 3	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Toma 4	0.20	0.20	0.10	0.10	0.10	0.14
Toma 5	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Toma 6	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10

La tabla 8.5 presenta los resultados obtenidos para las 50 muestras analizadas en el período comprendido entre el 22 de mayo al 2 de julio del año 2003, así también se identifica la fuente de recolección y la media obtenida, lo cual de acuerdo con lo establecido por la Norma COGUANOR: 29,001 la cual permite un LMA de: 2.00 ppm y un LMP de : 6.00 ppm ; lo cual de acuerdo a lo anterior se concluye que el 100 % de la muestras no cumplen con este parámetro.

Tabla 8.6 Resultados Análisis de Nitratos, expresado en mg/L:

Fecha Fuente	22-05-06	1-06-03	11-06-03	22-06-03	2-06-03	Media
Tanque	0.70	0.65	0.45	1.20	0.55	0.71
Pozo 1	0.81	0.61	1.10	0.93	0.95	0.88
Pozo 2	0.84	1.50	1.05	0.83	1.15	1.07
Pozo 3	1.35	1.45	1.38	1.25	1.25	1.34
Toma 1	0.91	0.98	1.05	0.90	1.20	1.01
Toma 2	0.43	0.53	0.75	0.45	0.38	0.51
Toma 3	0.60	0.65	0.55	0.65	1.00	0.69
Toma 4	1.85	1.94	1.75	1.89	1.25	1.74
Toma 5	0.75	0.77	0.89	1.01	0.55	0.79
Toma 6	0.88	1.02	1.25	0.90	0.57	0.92

La tabla 8.6 muestra los resultados obtenidos de nitratos , así como también se identifica fuente , fecha de recolección y la media , en la cual se puede observar que el 100 % de las muestras cumplen con lo establecido por la Norma COGUANOR : 29,001 LMA: 45 mg/L.

Tabla 8.7 Resultados Análisis de Hierro expresado en mg/L:

Fecha Fuente	22-05-06	1-06-03	11-06-03	22-06-03	2-06-03	Media
Tanque	0.07	0.08	0.09	0.21	0.09	0.11
Pozo 1	0.15	0.16	0.22	0.19	0.14	0.17
Pozo 2	0.10	0.08	0.18	0.14	0.11	0.12
Pozo 3	0.05	0.18	0.15	0.07	0.10	0.11
Toma 1	0.22	0.24	0.26	0.25	0.22	0.24
Toma 2	0.18	0.24	0.18	0.20	0.23	0.21
Toma 3	0.23	0.25	0.23	0.21	0.21	0.23
Toma 4	0.12	0.19	0.15	0.13	0.18	0.15
Toma 5	0.21	0.23	0.20	0.20	0.21	0.21
Toma 6	0.13	0.18	0.15	0.13	0.21	0.16

La tabla 8.7 muestra los resultados obtenidos de hierro , así como también se identifica, fuente , fecha de recolección y la media , en la cual se puede observar que el 100 % de las muestras cumplen con lo establecido por la Norma COGUANOR : 29,001 LMA: 0.1 mg/L y LMP: 1.0 mg/L

Tabla 8.8 Resultados Análisis de Dureza Total, Carbonato de Calcio expresado en mg/L:

Fecha Fuente	22-05-06	1-06-03	11-06-03	22-06-03	2-06-03	Media
Tanque	44	50	35	54	40	44.60
Pozo 1	41	35	30	52	50	41.60
Pozo 2	46	38	36	48	64	46.40
Pozo 3	52	40	50	74	44	52.00
Toma 1	46	50	45	46	45	46.40
Toma 2	52	52	50	68	35	51.40
Toma 3	35	40	38	60	30	40.60
Toma 4	55	64	60	73	36	57.60
Toma 5	45	44	40	139	45	62.60
Toma 6	45	45	48	46	38	44.40

La tabla 8.8 muestra los resultados obtenidos de dureza total, comprendidos entre el período del 22 de mayo al 2 de julio del año 2003, en la cual de acuerdo a la media se puede observar que el 100% de la muestras cumplen con lo establecido por la Norma COGUANOR: 29,001 LMA 100 mg/L, y LMP 500 mg / L.

RESULTADOS ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO

Tabla 8.9 Resultado Análisis Escherichia coli expresado en UFC/ml :

Fecha Fuente	22-05-03	1-06-03	11-06-03	22-06-03	2-06-03	Media
Tanque	17	14	22	16	18	17
Pozo 1	25	14	20	18	18	19
Pozo 2	19	16	25	15	20	19
Pozo 3	16	17	19	16	14	16
Toma 1	12	08	12	15	13	12
Toma 2	10	06	08	10	18	10
Toma 3	10	09	10	12	08	10
Toma 4	13	12	12	18	12	13
Toma 5	15	06	12	14	09	11
Toma 6	18	10	08	16	12	13

La tabla 8.9 muestra los resultados obtenidos para el análisis bacteriológico (E. coli) comprendidos entre el período del 22 de mayo al 2 de julio del año 2003, en la cual de acuerdo a la media se puede observar que el 100% de las muestras no cumplen la Norma COGUANOR: 29,001 ya que esta establece que no debe existir un número mayor de 4 Unidades Formadoras de Colonias.

TABLA No. 1

DATOS PROMEDIO PARA EL ANÁLISIS FÍSICO

Fuente	Lugar	Período	Turbidez	Olor	Sabor	Potencial de Hidrógeno
Tanque	El Arenal	22 mayo al de 2 julio 2003	40.20	No rechazable	Rechazable	7.20
Pozo 1	EL Complejo zona 2	22 mayo al de 2 julio 2003	21.40	No rechazable	Rechazable	7.23
Pozo 2	Lazareto	22 mayo al de 2 julio 2003	26.60	No rechazable	Rechazable	7.08
Pozo 3	Porvenir	22 mayo al de 2 julio 2003	25.60	No rechazable	Rechazable	7.05
Toma 1	Zona 5	22 mayo al de 2 julio 2003	45.00	No rechazable	Rechazable	7.19
Toma 2	Zona 2	22 mayo al de 2 julio 2003	49.80	No rechazable	Rechazable	7.04
Toma 3	Zona 3	22 mayo al de 2 julio 2003	34.00	No rechazable	Rechazable	7.07
Toma 4	Zona 4	22 mayo al de 2 julio 2003	28.40	No rechazable	Rechazable	7.35
Toma 5	Zona 1	22 mayo al de 2 julio 2003	44.40	No rechazable	Rechazable	7.38
Toma 6	Zona 6	22 mayo al de 2 julio 2003	37.40	No rechazable	Rechazable	6.81

TABLA No. 2

DATOS PROMEDIO PARA EL ANÁLISIS QUÍMICO

Fuente	Lugar	Período	Cloruros mg/L	Nitratos mg/L	Hierro mg/L	Dureza Total mg/L
Tanque	El Arenal	22 mayo al de 2 julio 2003	0.16	0.71	0.11	44.60
Pozo 1	EL Complejo zona 2	22 mayo al de 2 julio 2003	0.10	0.88	0.17	41.60
Pozo 2	Lazareto	22 mayo al de 2 julio 2003	0.14	1.07	0.12	46.40
Pozo 3	Porvenir	22 mayo al de 2 julio 2003	0.14	1.34	0.11	52.00
Toma 1	Zona 5	22 mayo al de 2 julio 2003	0.10	1.01	0.24	46.40
Toma 2	Zona 2	22 mayo al de 2 julio 2003	0.10	0.51	0.21	51.40
Toma 3	Zona 3	22 mayo al de 2 julio 2003	0.10	0.69	0.23	40.60
Toma 4	Zona 4	22 mayo al de 2 julio 2003	0.14	1.74	0.15	57.60
Toma 5	Zona 1	22 mayo al de 2 julio 2003	0.10	0.79	0.21	62.60
Toma 6	Zona 6	22 mayo al de 2 julio 2003	0.10	0.92	0.16	44.40

9. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

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, para lo cual es importante realizar estudios sobre la calidad de la misma.

Los resultados obtenidos sobre los parámetros que se evaluaron (físicos, químicos y microbiológicos) sobre la calidad del agua potable del municipio de Jalapa, departamento de Jalapa muestran variantes importantes de mencionar.

Dentro de los análisis físicos: sabor, olor, potencial de hidrógeno y turbidez, se determinó en lo que respecta al parámetro de turbidez, tal y como muestra la tabla de resultados 8.1 que la mayoría de las muestras analizadas están por encima del Límite Máximo Permisible no cumpliendo con la Norma COGUANOR 29,001, la cual establece un LMA de 5 UTM y un LMP de 25 UTM, lo cual es debido a que los filtros utilizados no ejecutan una buena filtración de la misma, ya que estos se encuentran en mal estado, habiendo de tal manera un paso de partículas insolubles hacia el tanque y por consiguiente a pozos y red de

distribución , así también en lo que respecta al análisis de sabor (tabla de resultados 8.3) el 100 % de las muestras fueron rechazadas, lo cual se debe a la turbidez que presenta, tal y como se mencionó anteriormente, haciéndola así mismo desagradable al consumidor.

En lo que respecta a los análisis químicos, como se observa en la tabla de resultados 8.5 es importante señalar que el agua potable no recibe el tratamiento de cloración adecuado, estando la media en un rango de 0.075 – 0.175 ppm lo cual se encuentra muy por debajo del LMA: 2.00 ppm que establece la Norma COGUANOR, 29,001; trayendo como consecuencia tal como se observa en la tabla de resultados No. 9 en lo que se refiere al análisis microbiológico que el 100 % de la muestras presentan contaminación por E. coli, ya que se encontró Unidades Formadoras de Colonias mayores a 4 lo cual esta por encima a los límites permitidos por la Norma COGUANOR, haciéndola de esta manera no apta para el consumo humano, ya que conlleva a problemas con la salud , desatando de esta manera enfermedades gastrointestinales. Así mismo la contaminación por E. coli es debido también a que el agua proviene de el río que baja de la Montaña de Jalapa, a su alrededor se encuentran animales, así como también personas que llegan al mismo debido a la carencia de agua en sus comunidades.

En el caso que se efectúe una cloración parcial a cada uno de los pozos, es mejor clorar a manera de agregar la cantidad necesaria, para así alcanzar la concentración adecuada del mismo, y no agregar solo una cantidad mínima a cada pozo, obteniéndose como resultado una mala cloración y por consiguiente una pérdida de recursos innecesaria, sin lograr el objetivo de potabilizar el agua.

Las zonas: 2 y 5 son las que presentaron mayor contaminación en lo que se refiere al parámetro de la turbidez (tabla de resultados No. 1) debido a que son las más cercanas al tanque de distribución, siendo éste la fuente con mayor contaminación en dicho parámetro; así mismo cabe mencionar y destacar que todas las muestras presentan un nivel de cloro muy por debajo de lo que establece la Norma COGUANOR. Lo cual muestra que el agua para consumo humano del municipio de Jalapa departamento de Jalapa no es apta.

10.CONCLUSIONES

- 10.1 El agua potable del municipio de Jalapa, departamento de Jalapa no es apta para el consumo humano.
- 10.2 El agua para consumo humano del municipio de Jalapa, departamento de Jalapa no cumple con los requerimientos organolépticos establecidos por la Norma COGUANOR 29001.
- 10.3 El 100 % de las muestras analizadas no cumple con los requerimientos de Cloro establecidos por la Norma COGUANOR, 29,001, ya que todas mostraron una cantidad menor a 2.00 ppm.
- 10.4 Todas las muestras presentan contaminación por **Escherichia coli** lo cual es debido a un tratamiento inadecuado de cloración y contaminación de la fuente.

11. RECOMENDACIONES

- 11.1 Solicitar a las autoridades municipales del municipio de Jalapa, departamento de Jalapa implementen un programa permanente de muestreo y análisis de la potabilidad del agua, para evitar de esta manera enfermedades en la población.

- 11.2 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.

- 11.3 Realizar el tratamiento de cloración adecuado en el agua potable del municipio de Jalapa, para evitar así la presencia de bacterias como **Escherichia coli** utilizando para ello clorinadores.

12. REFERENCIAS

1. Berganza, N.E. Análisis Físico, Químico y examen microbiológico del Agua para consumo Humano de la Población del Amatillo, Ipala, del departamento de Chiquimula. Guatemala, 1982. USAC 31p. (Tesis de graduación Facultad de Ciencia Químicas y Farmacia). Químico Farmacéutico.
2. Méndez L.E. Control de Calidad del Agua Potable Para Consumo Humano de la Ciudad de San Pedro Sacatepéquez, Departamento de San Marcos. Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala: (Tesis de graduación Facultad de Ciencia Químicas y Farmacia). Químico Farmacéutico. 1984 65p.-
3. Santizo WO. Determinación de Niveles de Nitratos en Aguas para consumo Humano de la ciudad de Rabinal, Departamento de Baja Varapaz. Guatemala, 1991. Universidad de San Carlos de Guatemala 41p. (Tesis de graduación Facultad de Ciencia Químicas y Farmacia). Químico Farmacéutico.

4. Cruz EZ. Evaluación Bacteriológica del agua de Distribución del Hospital General San Juan de Dios. Guatemala 1992. Universidad de San Carlos de Guatemala 42p. (Tesis de graduación Facultad de Ciencia Químicas y Farmacia).Químico Farmacéutico.

5. De león DY. Análisis del Agua para Consumo Humano del Municipio de Cuilco Huehuetenango. Guatemala, 1998 Universidad de San Carlos de Guatemala 36p. (Tesis de graduación Facultad de Ciencia Químicas y Farmacia). Químico Farmacéutico.

6. Morales GA. Análisis Químico Bacteriológico del Agua de pozo y evaluación del tratamiento de potabilización a través de cloración, en una empresa de productos alimenticios. Guatemala USAC (Tesis de graduación, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia) 1999. 64p.

7. López ZI. Evaluación de la Calidad de Agua para Consumo Humano de la Aldea el paredón, Buena Vista, La Gomera , Escuintla. Guatemala, 1998 30 p. Universidad de San Carlos de Guatemala (Tesis de graduación Facultad de Ciencia Químicas y Farmacia). Químico Farmacéutico.

8. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. Manual de Microbiología. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, 1993 70p.
9. Organización Mundial de la Salud 1995 “Guías para la Calidad del Agua potable”. Ed. Ginebra.
10. Ayres HG. Análisis Químico Cuantitativo. Harla México 1970
11. Instituto Nacional de Estadística de Guatemala (INE)
12. COMISIÓN GUATEMALTECA DE NORMAS – COGUANOR – 1985. Normas de agua Potable NGO 29001. Ministerio de Economía, Guatemala.
13. Organización Panamericana de la Salud. Metahemoglobinemia infantil. México: Centro Panamericana de Ecología Humana y Salud. México: 1986.
14. Harrison, et al. Principios de Medicina Interna. Vols. 2, vol.2, México: McGraw-Hill. 1986 3088p.

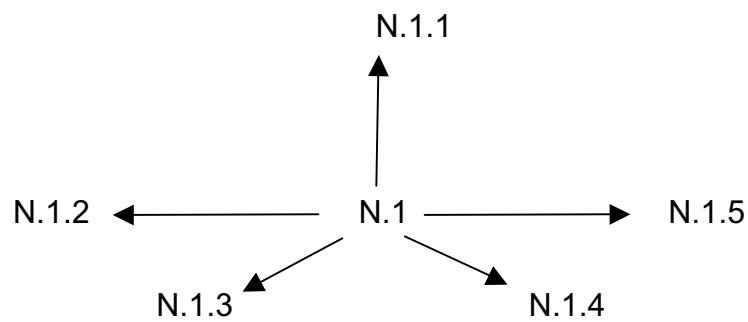
15. American Public Health. Standard Methods For The Examination of Water and Waste-Water. 17th Edition. USA: American Public Health, 1989. (P103, 500).
16. APHA,AWW.A y WWA. 1963. Métodos Estándar para Examen de Aguas de desecho. Ed Intercontinental. México.
17. Azharía J. Apropiate Technology for water suppli and Sanitation Technical and economic option. USA 1980 67p. (p 62-64).
18. Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria. 1978. Tópicos sobre la Calidad de las Aguas Superficiales y Subterráneas. Guatemala. Facultad de Ingeniería. Universidad de San Carlos de Guatemala.
19. Aguas. Determinación de constituyentes inorgánicos no metálicos. Potencial de Hidrógeno (pH) Método de Referencia Norma Guatemalteca Obligatoria. COGUANOR: NGO 29013.

20. Organización Panamericana de la Salud. Criterios de salud Ambiental 5. Nitratos, Nitritos y compuestos de N- nitrosos. USA: Washington, DC. 1980. 109P.

21. Mirla R. Morales Cameros. Informe EPS. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. Programa de Ejercicio Profesional Supervisado EPS. Agosto 2001.

13. ANEXOS

ANEXO No.1: ESTRATIFICACIÓN DE LAS MUESTRAS



- N1: Universo de trabajo
- N.1.1: Tanque de distribución
- N.1.2: Pozo de agua
- N.1.3: Pozo de agua
- N.1.4: Pozo de agua
- N1.5: Red de distribución

