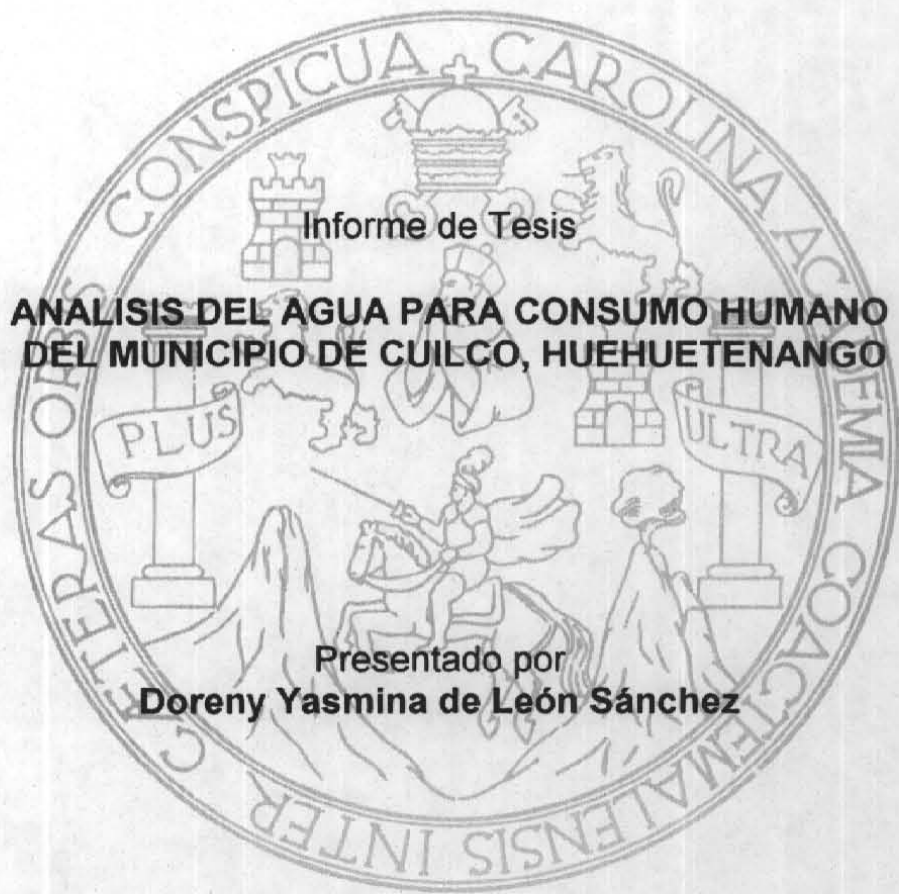


837

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



Informe de Tesis

**ANALISIS DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO
DEL MUNICIPIO DE CUILCO, HUEHUETENANGO**

**Presentado por
Doreny Yasmina de León Sánchez**

**Para optar el título de
Químico Farmacéutico**

Guatemala, Marzo de 1998

R
06
T(1846)
C.2

**JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA**

DECANO	Lic. Jorge Rodolfo Pérez Folgar
Secretario	Lic. Oscar Federico Nave Herrera
Vocal I	Lic. Miguel Angel Herrera Gálvez
Vocal II	Lic. Gerardo Leonel Arroyo Catalán
Vocal III	Lic. Rodrigo Herrera San José
Vocal IV	Br. Herbert Raul Arévalo Alvarado
Vocal V	Br. Manola Anleu Fortuny

ACTO QUE DEDICO

- A DIOS:** Fuente divina dador de vida, amor, fe y esperanza.
" Porque Yavè da la sabiduría, de su boca salen el saber y la verdad ". Prov. 2:6.
- A MIS PADRES:** Abel Paúl de León A.
Olga Margoth Sánchez de de León
Quienes con su amor, apoyo y comprensión han orientado mi vida.
Sea este triunfo un estímulo y agradecimiento a sus múltiples esfuerzos y sacrificios.
- A MIS HERMANOS:** Maynor Abel, Liliana Margoth
En especial a:
Nivia Maribel y Oscar Joel
Mi agradecimiento por todo el apoyo moral brindado en mi vida.
- A MIS CUÑADAS :** Marlen Lorena e Isela Mariela de de León, con especial cariño.
- A MI SOBRINITA:** Marlen Andrea de León de León, con amor y ternura.
- A ANGEL ANTONIO:** Con cariño por apoyarme en todo momento.
- A MIS AMIGOS:** Por su amistad brindada durante el desarrollo de la carrera, en especial a : Chepy , Maricruz, Claudia, Geovanni, Samuel, Evelyn, Thelma, Lisbeth, Bequer, Julia, Fernando.
- A LA FAMILIAS :** Sanchez Tello y de León de León por el cariño recibido en su hogar.
- A CUILCO :** Lugar donde nací, dejando este trabajo como mínima parte de mi colaboración para el mejoramiento.

A MIS CENTROS EDUCATIVOS:

Escuela Regional, Cuilco:

Lugar donde estudiè mi primaria

Instituto de Educaciòn Bàsica, Cuilco, INEBAC :

Establecimiento donde pasè mi època de adolescencia.

Al Colegio Evangèlico " LA PATRIA", CELPO, Quetzaltenango:

Colegio en donde me gradue a nivel medio, con mucho cariño.

A la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, USAC:

Centro educativo, en el cual culminò uno de mis sueños màs grandes.

A MIS PROFESORES:

A través de los cuales pude aprender mis conocimientos. En especial a:

PEM. María Luisa Quiñonez (Escuela Primaria)

PEM . Francisca Solis (INEBAC)

PEM. Rafael Maldonado Ochoa (CELPO)

PEM. Josè Luis Sagùil (CELPO)

Dr. Guillermo Ross (CELPO)

Lic.Francisco Monterroso (USAC)

Lic.Elfego Lòpez (USAC)

Lic. Luis Fernando Giròn (USAC)

Lic. Lillian Irving (USAC).

AGRADECIMIENTO

Al Licenciado Luis Fernando Girón por su asesoría, apoyo, colaboración durante el desarrollo del trabajo de investigación.

A la casa comercial DILAB, por el apoyo proporcionado para la realización de la parte experimental.

A la Licenciada Miriam Ovalle de Monroy por el apoyo incondicional brindado durante la investigación.

A la Licenciada Beatriz Batres de Jimenez, por la colaboración prestada durante el desarrollo de mi carrera.

INDICE

ASPECTO	No. PÀGINA
1. RESUMEN	01
2. INTRODUCCIÒN	03
3. ANTECEDENTES	05
4. JUSTIFICACIÒN	09
5. OBJETIVOS	10
6. HIPÒTESIS	11
7. MATERIALES Y MÈTODOS	12
8. RESULTADOS	21
9. DISCUSIÒN DE RESULTADOS	26
10. CONCLUSIONES	27
11. RECOMENDACIONES	28
12. REFERENCIAS	29
13. ANEXOS	33

1. RESUMEN

El agua es un líquido vital para todo ser vivo en particular para los seres humanos, debiendo poseer el agua ciertas características físico-químicas y bacteriológicas que la hacen apta para el consumo humano.

El objetivo del presente trabajo fue " determinar la calidad del agua que se distribuye por el actual sistema municipal de la población de Cuilco, Huehuetenango ", por lo que para ello se realizaron análisis físicos (pH, olor, sabor, turbiedad), químicos (niveles de nitratos) y bacteriológicos (presencia de Escherichia coli). Para luego comparar los resultados obtenidos con la norma guatemalteca respectiva, de la Comisión Guatemalteca de Normas, COGUANOR, determinando así la calidad sanitaria de la misma.

Se realizó un muestreo del agua recolectándose de puntos claves para abastecimiento del agua como : nacimiento del agua (tanque de recolección, 02 muestras), tanque principal (02 muestras), tanque secundario de distribución (02 muestras), red de distribución al usuario (04 muestras). Se tomó un total de 10 muestras cada día de muestreo, repitiéndose el muestreo cinco veces cada 10 días, constituyendo un total de 50 muestras.

Los resultados obtenidos en cuanto a los análisis físicos y químicos del agua, se encuentran dentro de los límites aceptables por la norma guatemalteca de la COGUANOR, no así para el examen bacteriológico debido a que la presencia de E. coli sobrepasa los límites máximos permisibles.

Con base a los resultados y la comparación con la norma correspondiente se puede concluir que el agua para consumo humano del municipio de Cuilco, Huehuetenango, durante el período de 25 de Septiembre al 4 de Noviembre de 1997, posee características físicas y químicas aceptables en cuanto a la potabilidad, no así con respecto a los requerimientos microbiológicos ya que el agua presentó contaminación por bacterias E. coli lo cual implica que esta agua no es apta para beber, representando riesgos para la salud del consumidor.

Por lo anterior, es indispensable desinfectar el agua de la red municipal de Cuilco, para eliminar el inconveniente que actualmente la hace no potable.

2. INTRODUCCIÓN:

El agua es un líquido, incoloro, inodoro e insípido que se encuentra en gran abundancia en la naturaleza. Químicamente está compuesta por dos átomos: dos de hidrógeno y uno de oxígeno. Es indispensable para la vida de cualquier especie, lo cual incluye al ser humano. Además de ser una sustancia vital, la calidad fisicoquímica y microbiológica juega un gran papel en el desarrollo de los pueblos, de ahí nace la inquietud de conocer sus características de potabilidad para su aprovechamiento por parte de cualquier comunidad.

El agua potable es la que de acuerdo a sus características fisicoquímicas y microbiológicas es adecuada para el consumo humano. En general como fuente de agua potable se utilizan las aguas subterráneas que han sufrido una filtración a través de las capas superficiales de la tierra. Las aguas superficiales (lagos, ríos, etc), se utilizan como fuente de agua potable en menor frecuencia que las subterráneas.

Desde el punto de vista sanitario y epidemiológico es indispensable que la población humana cuente con dotación de servicio de agua potable, tomando en cuenta que la mayoría de las enfermedades parasitarias intestinales son transmitadas por el agua. Dentro de las clásicas enfermedades transmitadas por el agua, se encuentran: el cólera, fiebre tifoidea y hepatitis, por lo que la prevalencia de estas enfermedades se encuentran relacionadas íntimamente con la calidad microbiológica del agua.

La cobertura de servicios de agua potable, es una variable que permite conocer el desarrollo de una población.

Para juzgar la potabilidad del agua, cualquiera que sea su procedencia, hay que examinar si reúne las condiciones siguientes: clara, incolora, inodora, sabor ligeramente fresco, exenta de amoníaco, sulfuros, materias viscosas, debe contener pocos microorganismos, no debe tener metales pesados (1).

Las aguas sin protección sanitaria, pueden contener microorganismos patógenos. La presencia de bacterias coliformes puede actuar como indicador de la calidad sanitaria, las bacterias coliformes que no son patógenas se asocian con los microorganismos patógenos y son un buen índice del grado de seguridad bacteriológica del agua, si se encuentran ausentes en el agua hay un índice de que, bacteriológicamente el agua es segura para el consumo humano. (2)

El objetivo de la presente investigación es conocer si el agua que consume la población de Cuilco, Huehuetenango es potable. Para ello se realizó un muestreo en diferentes puntos: en el nacimiento del agua, tanque de distribución y red de distribución al usuario. Para evaluar la potabilidad, se determinó las características siguientes: olor, sabor, potencial de hidrógeno, turbiedad, concentración de nitratos y presencia de coliformes.

3. ANTECEDENTES

3.1 Agua y Salud:

El agua juega papeles múltiples en las sociedades humanas, puede llegar a ser un vehículo de transmisión de diferentes patógenos. Las interrelaciones entre el agua, infecciones gastrointestinales y nutrición son complejas y pobremente comprendidas ya que pueden variar de acuerdo a las características propias de cada sistema ecológico. (3)

Las condiciones de abastecimiento de agua en áreas rurales y urbanas de los países en desarrollo son precarias, tanto como las facilidades sanitarias del medio. (4)

Las pobres o inexistentes prácticas de saneamiento e higiene colaboran a la perpetuación de un medio altamente contaminado, en la que se refleja la persistencia de parasitismo intestinal e infecciones intestinales crónicas. (5)

3.2 Abastecimiento de agua:

Teóricamente, el impacto de los abastecimientos de agua en la salud de la población se basa en la capacidad potencial de controlar los microorganismos patógenos presentes en el agua. (3)

El control de éstos microorganismos depende de 2 características primordiales en el diseño de los abastecimientos de agua: la calidad y cantidad de agua, las que pueden variar independientemente; es decir, que sea agua potable y que esté disponible en cantidades suficientes para satisfacer las necesidades primordiales.

Las fuentes de agua pueden encontrarse en cuatro formas principales: precipitación, escurrimiento, agua salada y agua subterránea (ésta comprende los nacimientos, galerías y pozos). (6)



3.3 Calidad del agua:

Las comunidades difieren mucho en carácter y tamaño, pero todas tienen las mismas preocupaciones comunes 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. (7)

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. (8)

El agua potable es aquella que por sus características de calidad es adecuada para consumo humano, además de ser agradable a los sentidos, es decir sanitariamente segura, cumpliendo con ciertas características organolépticas, físicas, químicas y bacteriológicas, tales como sin olores, libres de sustancias tóxicas y microorganismos patógenos, de aspecto claro y sabor fresco, éstas características se encuentran normadas para garantizar que el agua que se consume no presente riesgos para la salud, es decir, que sea potable.

Estos límites que rigen los parámetros que se utilizan para evaluar la calidad del agua, se pueden clasificar en:

- * Límite máximo aceptable: (LMA) Es el valor de concentraciones de cualquier característica de la calidad del agua, arriba del cual, el agua pasa a ser rechazable por sus consumidores, desde un punto de vista sensorial pero sin que implique un daño a la salud del consumidor.
- * Límite máximo permisible: (LMP) Es el valor de la concentración de cualquier característica de calidad del agua, arriba de la cual, el agua no es adecuada al consumo humano.
(9)

3.4 Importancia de los análisis:

Los análisis que se realizan en un laboratorio de control de calidad, se llevan a cabo debido a diversas circunstancias:

- Si es corrosiva para las instalaciones metálicas o es capaz de formar incrustaciones en el sistema.
- Si es satisfactoria para emplearla para usos domésticos de los usuarios.

Son esenciales los análisis rutinarios del laboratorio para controlar los procesos de tratamiento del agua y garantizar una calidad satisfactoria. Los diferentes parámetros consignados en un análisis de agua, son realmente recursos que completan y satisfacer los sentidos de la población servida. (10)

3.5 Estudios realizados:

1,958-1,959 se diseñó el sistema de agua potable para el municipio de Cuilco, Huehuetenango.

En 1,960 se inició la construcción por la Dirección General de Obras Públicas, las conexiones domiciliarias fueron para 140 casas, la conducción se proyectó para conducir 1.99 L/seg pero el aforo final fue de 2.71 L/seg, construyendo un tanque de distribución de 100 m³.

El 25 de marzo de 1,980 el Instituto Nacional de Fomento Municipal (INFOM) acuerda según solicitud del municipio prime-

ra ampliación del sistema de agua potable de la población después de 21 años de construido. Para ello se construyó otro tanque de distribución de 100 m³ para la parte alta de la población y el anterior quedó para la parte baja, quedando ambas redes de distribución independientemente por lo que no se interconectaron. La fuente del agua es un nacimiento, el sistema es por gravedad.

En mayo de 1,985 el INFOM realizó el primer control de calidad del agua potable, tomando únicamente dos muestras de agua provenientes de una casa, después de los resultados obtenidos se realizó un tratamiento de desinfección del agua por medio del gas cloro. (11)

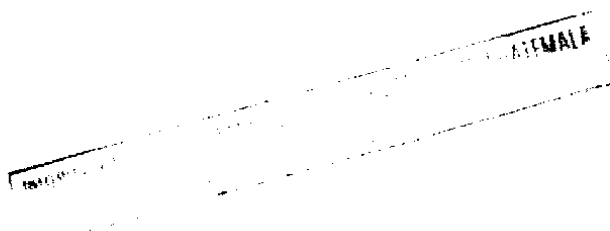
Estudios realizados en otros departamentos de la república:

En 1,982 se evaluó el agua para consumo humano de la población de Amatillo, Ipala del departamento de Chiquimula realizándole análisis físico, químico y exámen bacteriológico. (12)

En 1,984 se realizó un estudio de control de calidad del agua potable para consumo humano de la ciudad de San Pedro Sacatepequez, departamento de San Marcos, realizándole análisis físico, químico y bacteriológico. (13)

En 1,991 se determinaron los niveles de nitratos en aguas para consumo humano de la ciudad de Rabinal, departamento de Baja Verapaz. (14)

En 1,992 se realizó evaluación bacteriológica del agua de distribución del Hospital General San Juan de Dios, Guatemala.(15)



4. JUSTIFICACIÓN

La presente investigación se realizará con el propósito de determinar la calidad del agua para consumo humano del municipio de Cuilco, Huehuetenango, ya que no se realizan controles periódicos de la calidad del agua por parte de la municipalidad, desconociéndose si el agua es o no apta para el consumo humano. Se corre riesgo de que el agua se constituya en un vehículo de propagación de enfermedades de origen hídrico como: fiebre tifoidea, desinteria baciliar y amebiana, cólera, gastroenteritis.

Otra de las razones es determinar los niveles de nitratos en el agua para consumo humano, debido a que la región es agrícola lo cual implica uso de fertilizantes, existiendo el riesgo de que por efecto de arrastre o filtración, al agua presente niveles de nitratos, con los consiguientes riesgos toxicológicos. Por lo que se considera importante conocer las características físicas, químicas y microbiológicas, del agua potable de consumo humano, de ésta población.

Los resultados del estudio proporcionarán la base científica para la implementación de controles en la misma.

5. OBJETIVOS

5.1 OBJETIVO GENERAL:

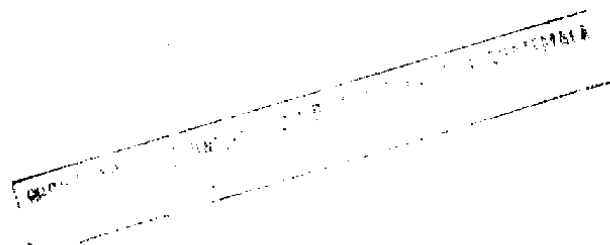
Determinar la calidad del agua para consumo humano que se distribuye por el actual sistema municipal de la población de Cuilco, Huehuetenango.

5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

5.2.1 Realizar análisis físicos, químicos y exámenes bacteriológicos del agua para consumo humano del municipio de Cuilco, Huehuetenango.

5.2.2 Comparar los resultados obtenidos del agua con los límites de la norma COGUANOR, para establecer la calidad sanitaria de la misma.

5.2.3 Proponer las medidas correspondientes para garantizar que el agua que abastezca a la población, sea de óptima calidad para consumo humano.



6. HIPÓTESIS:

El agua para consumo humano del municipio de Cuilco, Huehuetenango, no llena los requerimientos físicos, químicos y bacteriológicos establecidos por la normas guatemaltecas de potabilización (COGUANOR) para ser utilizada como agua potable de consumo humano.

7. ASPECTOS METODOLÓGICOS:

7.1 UNIVERSO DE TRABAJO Y MUESTRA:

El universo de trabajo será el agua para consumo humano del municipio de Cuilco, Huehuetenango. El universo será dividido en cuatro estratos (nacimiento del agua, tanque principal, tanque secundario, red de distribución), así mismo la red será dividida en 4 subestratos, constituido por 4 grifos.

La muestra será obtenida a partir de cada estrato y subestrato, cada una será tomada cada 10 días durante los meses de septiembre y octubre.

7.2 MEDIOS

7.2.1 RECURSOS HUMANOS:

Autora de la investigación: Doreny Yasmina de León S.
Lic. asesor: Luis Fernando Girón

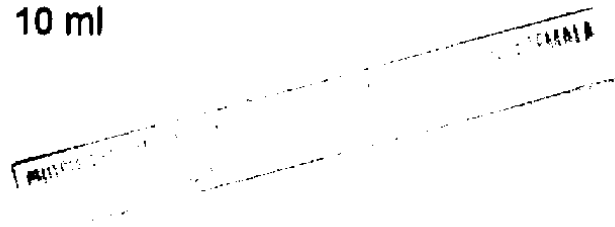
7.3 RECURSOS MATERIALES:

7.3.1 EQUIPO:

- Encubadora
- Espectrofotómetro
- Refrigerador
- Mechero de gas
- Campana de flujo laminar
- Balanza analítica
- Autoclave
- Nefelómetro

7.3.2 MATERIALES:

- Placa Petrifilm
- Probetas
- Pissetas
- Balones aforados de 100 ml
- Pipetas volumétricas de 1,5, 10 ml
- Tubos de ensayo



- Espátulas
- Vasos de precipitar de 100 ml
- Erlenmeyer
- Gradilla
- Asa
- Etiquetas de identificación
- Papel Kraft
- Frascos de vidrio de color ambar

7.3.3 REACTIVOS:

- Acido sulfúrico (c)
- Brucina
- Acido acético al 96%
- Nitrato de potasio
- Hielo
- Cloruro de mercurio
- Agua destilada
- Buffer de pH 4
- Buffer de pH 7
- Buffer de pH 9

7.4 PROCEDIMIENTO:

7.4.1 Revisión bibliográfica

7.4.2 Elaboración de listado de los lugares de donde se tomarán muestras

7.4.3 Elaboración del plan de muestreo

7.4.4 Recolección de muestras

7.4.5 Análisis físico-químico y bacteriológico del agua

7.4.6 Informe final

7.5 MÉTODO:

7.5.1 Toma de la muestra: Identificar la muestra conteniendo los siguientes datos: fecha, hora, fuente, captado por, municipio, departamento.

Se debe escoger la misma fuente de agua para el examen bacteriológico.

Si la captación es de los vertederos de agua se procede de la siguiente forma:

Preparar el frasco estéril, quitándole la capucha de papel al frasco, retirándolo junto con el tapón, proceder a captar la muestra en sentido contrario a la corriente del vertedero, al captar la muestra debe dejarse un espacio de aire (12 mm), para que antes de proceder al análisis se homogenice la muestra. Sujetar con el papel nuevamente la capucha de papel al cuello del frasco, pegar la etiqueta.

Para la captación de la muestra del agua tratada procedente de un grifo:

Abrir el grifo y dejar correr agua durante tres minutos, mientras el agua corre quitar el lazo que sujeta la capucha de papel colocada entre el tapón y boca del frasco, captar la muestra dejando un espacio un espacio de aire (12 mm) para que antes del examen se homogenice la muestra por agitación. Colocar la etiqueta con los datos descritos anteriores. (17)

Las muestras se llevarán al laboratorio lo antes posible.

7.5.2 Número de muestras recolectadas:

Por cada día programado de muestreo se tomarán 10 muestras serán tomadas un total de 50 muestras.

7.5.3 Ubicación de los sitios de muestreo:

Ver anexo No. 2 donde se presentan en forma enumerada la ubicación de los sitios de muestreo a evaluar.

7.5.4 Análisis Físicos de Calidad del Agua:

7.5.4.1 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 escurrimiento superficial y por el plancton de las algas principales. (18)

Significado Sanitario: Las características de la aceptación por el consumidor de un abastecimientos son indispensables, porque el agua se debe entregar al usuario desprovista de olores rechazables.

Límite máximo aceptable (LMA): No rechazable

Límite mínimo permisible (LMP): No rechazable.

7.5.4.2 SABOR: Se determinará por medio de examen organoléptico, clasificándose como rechazable o no.

Límite máximo aceptable: No rechazable

Límite mínimo permisible: No rechazable (9)

7.5.4.3 POTENCIAL DE HIDRÓGENO:

Representa las concentraciones de iones 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. (18)

El potencial de hidrógeno (pH) será 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)

7.5.4.4 TURBIEDAD:

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 turbiedad es debido a dispersiones normales.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y CENSOS
ESTADÍSTICA

Significado Sanitario: La turbiedad es importante considerada por la siguiente razón: cualquier turbiedad del agua causa en el consumidor pocos deseos de ingerirla y utilizarla en sus alimentos. (20)

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

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

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

7.5.5 ANÁLISIS QUÍMICO:

Son los análisis que determinan las cantidades de materia mineral y orgánica que hay en el agua y que afectan su calidad, proporcionando datos acerca de la contaminación.

7.5.5.1 Evaluación de nitratos:

La importancia del estudio de los niveles de nitratos es debido a los problemas que éste ión provoca en la población especialmente infantil y menores de 3 meses (22 , 23), cuando alcanzan niveles superiores a los establecidos por la Organización Mundial de la Salud (0 a 45 mg/dl) (24). Al ser ingeridos y transformados por la flora intestinal a nitritos, éstos últimos se absorben en el tubo digestivo provocando Metahemoglobinemia, pudiendo provocar daños reversibles (cianosis) hasta irreversibles (muerte). (25)

Otra de las razones es que en un lugar donde hay gran producción agrícola, en la cual se utilizan fertilizantes que entre sus componentes están los nitratos, éstos pueden contaminar el agua, produciendo daños a la salud de la población.

Método: Para determinar las concentraciones de nitratos en las muestras de agua, se utilizará la técnica descrita en Official Methods Analysis (AOAC) 1,990 modificada.

Se toman 5 ml de la muestra de agua y se le agrega 0.5 ml de solución de brucina (5 g de brucina se disuelven en 100 ml de ácido acético al 96%). Agregar con cuidado 10 ml de ácido sulfúrico

concentrado (95%) agitar bien y enfriar a temperatura ambiente. Después de 10 min se hace lectura fotométrica de la solución.

Para la solución de referencia se toman 5 ml de agua destilada, con 10 ml de ácido sulfúrico concentrado más 0.5 ml de brucina. Leer en el espectrofotómetro a una longitud de onda de 420 mm.

Las soluciones de calibración se preparan así:

0.1635 g de nitrato de potasio se llevan a 1000 ml en un balón aforado con agua destilada, siendo el equivalente a 1 ml de solución a 0.1 mg de nitrato. De ésta solución se preparan las siguientes alícuotas:

Solución diluida		Agua destilada	Conc. (ppm)
0.00	+	5.0 mL	0.00
0.50	+	4.5 mL	1.0
1.00	+	4.0 mL	2.0
1.50	+	3.5 mL	3.0
2.00	+	3.0 mL	4.0
2.50	+	2.5 mL	5.0

Luego agregar 0.5 mL de brucina, seguidamente con cuidado agregar 10 mL de ácido sulfúrico concentrado, mezclar bien y enfriar a temperatura ambiente. Después de 10 minutos hacer una lectura fotométrica de la solución. (14, 26)

7.5.5 ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO:

Este análisis es aplicable para la investigación del grupo coliforme total; cuyas especies de tipo son Escherichia coli y Enterobacter aerógenes, la primera es hésped normal del intestino humano y animales y la segunda se presenta con frecuencia en los vegetales y sus semillas, pero se encuentra abundantemente en las heces humanas y de animales. El propósito del examen es calificar la calidad sanitaria del agua potable de consumo humano. (27)

Método: Para determinar la presencia de *E. coli* se utilizarán 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 hr. Contar el número de unidades formadoras de colonias por ml.

Análisis de Resultados: Se detecta la presencia de *E. coli* en las placas petrifilm por medio de una coloración azul, debido a que posee B-glucoronidasa como indicador.

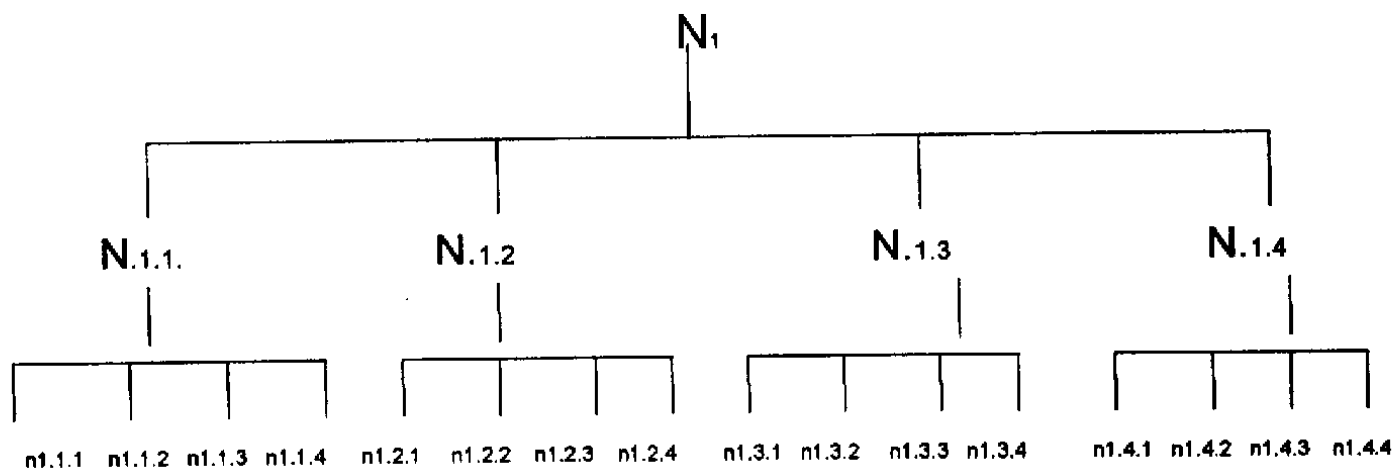
7.5.6 Diseño de Investigación:

7.5.6.1 Diseño de muestreo: Será realizado mediante puntos de muestreo.

7.5.6.2 Número de muestra: El universo o unidad de investigación será el agua potable del municipio de Cuilco, departamento de Huehuetenango.

Se tomará un total de 10 muestras, cada día de muestreo, realizándose cada 10 días, constituyendo un total de 50 muestras.

Tabla No.1: Estratificación de muestras



Donde :

N_1 : Agua potable (universo de trabajo)

Estratos :

$N_{1.1}$: Nacimiento de agua

$N_{1.2}$: Tanque principal

$N_{1.3}$: Tanque secundario

$N_{1.4}$: Red de distribución

Sub-estratos :

$N_{1.4.1}$: Grifo No. 1

$N_{1.4.2}$: Grifo No. 2

$N_{1.4.3}$: Grifo No. 3

$N_{1.4.4}$: Grifo No. 4

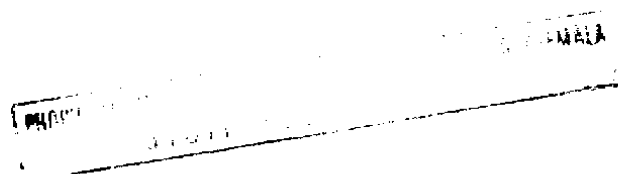
Unidad de muestreo :

$N_{1.1}$: Día 1

$N_{1.2}$: Día 2

$N_{1.3}$: Día 3

$N_{1.4}$: Día 4



A partir de cada unidad de muestreo se tomarán dos unidades de análisis ($N_{1.1}$, $N_{1.2}$, $N_{1.3}$) y una unidad de análisis para $N_{1.4}$, , cada período de muestreo.

7.5.6.3 Análisis de Resultados:

Los resultados obtenidos serán analizados mediante estadística descriptiva, en base a los resultados obtenidos se efectuará una estimación del porcentaje de nitratos, contenido microbiológico, pH, turbiedad y se determinará el intervalo de confianza al 95%. También se utilizarán tablas y gráficas.

8. Resultados :

8.1 Resultados de pH:

Fecha / Muestreo en	25-9-97	2-11-97	16-10-97	23-10-97	4-11-97	Media
Tanque 1	6.4	6.3	7.0	6.4	7.0	6.6
Tanque 2	6.4	6.3	7.0	6.4	7.0	6.6
Tanque 3	6.4	6.4	7.1	6.4	7.0	6.7
Tanque 4	6.4	6.4	7.1	6.4	7.0	6.7
Tanque 5	6.4	6.4	7.3	6.4	6.9	6.7
Tanque 6	6.4	6.4	7.3	6.4	6.9	6.7
Casa 1	6.4	6.4	7.4	6.1	6.9	6.7
Casa 2	6.5	6.5	7.4	6.8	7.2	6.9
Casa 3	6.5	6.5	7.4	6.1	6.9	6.7
Casa 4	6.5	6.5	7.6	6.1	6.9	6.7

Tanque 1 y 2: se encuentra ubicado en "Sabunul, Cuilco " (2 muestras)

Tanque 3 y 4: se encuentra ubicado en "Tuyà, Cuilco, " es el tanque antiguo, (2 muestras)

Tanque 5 y 6: se encuentra ubicado en " Tuyà, Cuilco," es el tanque nuevo, (2 muestras)

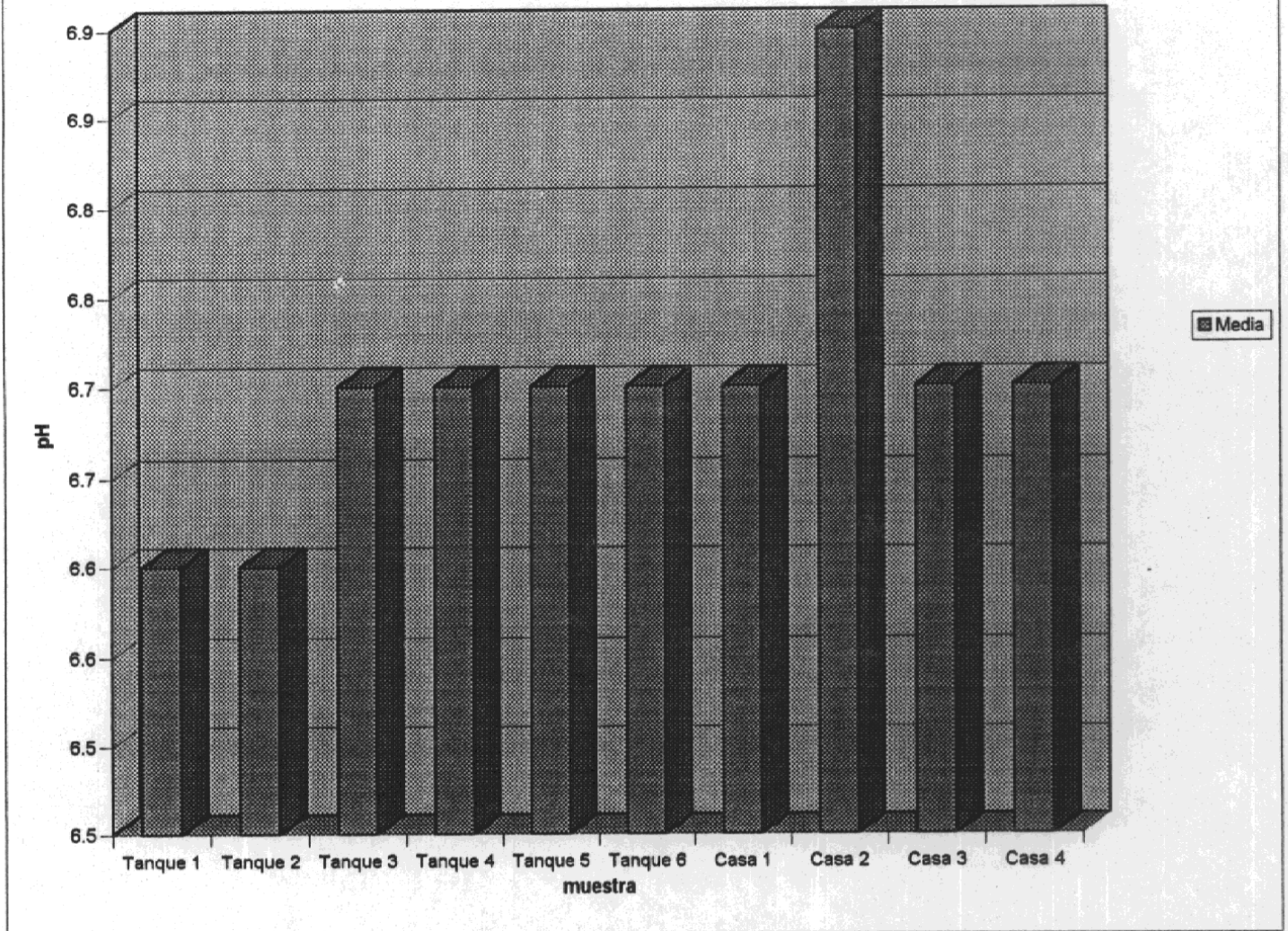
Casa 1: propiedad del señor Paül de Leòn, ubicada en la calle " La Paz, Cuilco "

Casa 2: propiedad del señor Ciro de Leòn, ubicada en la calle "La Libertad, Cuilco "

Casa 3: propiedad del señor Basilio Gamarro, ubicada en la calle " La Unión, Cuilco"

Casa 4: propiedad del señor Godolfino Lòpez, ubicada en la entrada de Cuilco.

Resultado de evaluación de pH, en el agua para consumo humano de la población de Cuilco, Huehuetenango



UNIVERSIDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
biblioteca

8.2 Resultados de análisis de Olor:

Fecha	25-9-97	2-11-97	16-10-97	23-10-97	4-11-97
Muestreo en					
Tanque 1	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.
Tanque 2	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.
Tanque 3	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.
Tanque 4	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.
Tanque 5	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.
Tanque 6	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.
Casa 1	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.
Casa 2	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.
Casa 3	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.
Casa 4	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.

N.R. No rechazable

8.3 Resultados de análisis de Sabor:

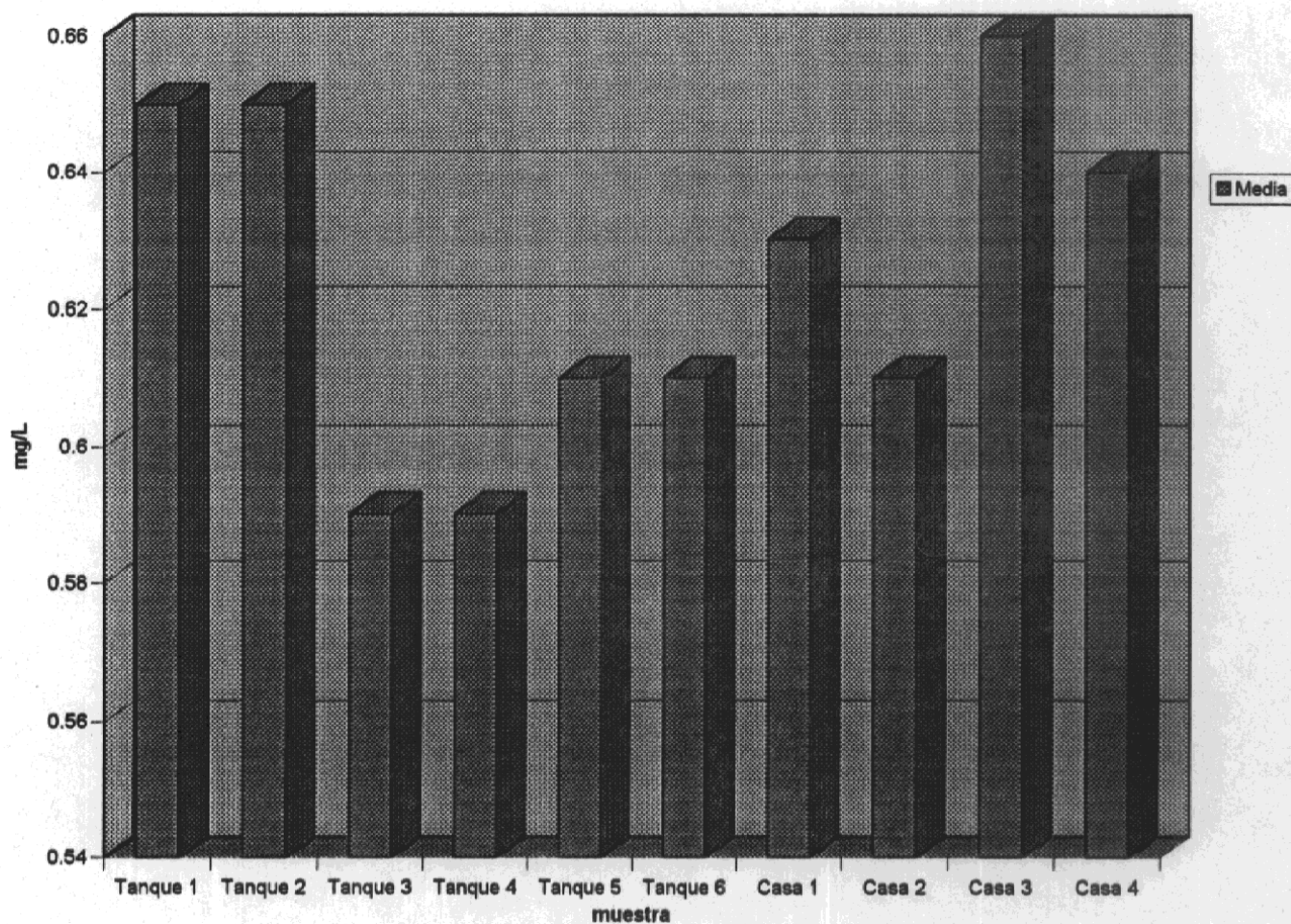
Fecha	25-9-97	2-11-97	16-10-97	23-10-97	4-11-97
Muestreo en					
Tanque 1	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.
Tanque 2	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.
Tanque 3	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.
Tanque 4	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.
Tanque 5	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.
Tanque 6	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.
Casa 1	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.
Casa 2	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.
Casa 3	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.
Casa 4	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.	N.R.

N.R. No rechazable

8.4 Resultados de evaluación de niveles de nitratos expresado en mg/L:

Fecha	25-9-97	2-11-97	16-10-97	23-10-97	4-11-97	Media
Muestreo en						
Tanque 1	1.54	1.02	1.1	0.86	1.26	0.65
Tanque 2	1.54	1.02	1.1	0.86	1.26	0.65
Tanque 3	0.65	0.45	1.2	0.57	1.58	0.59
Tanque 4	0.65	0.45	1.2	0.57	1.58	0.59
Tanque 5	0.61	1.1	0.94	1.1	1.50	0.61
Tanque 6	0.61	1.1	0.94	1.1	1.50	0.61
Casa 1	0.86	0.53	1.4	1.1	1.54	0.63
Casa 2	0.41	0.45	1.5	1.1	1.34	0.61
Casa 3	1.94	0.77	0.77	0.94	1.46	0.66
Casa 4	1.54	1.02	1.34	0.69	0.86	0.64

Resultados de evaluación de niveles de nitratos, en el agua para consumo humano de la población de Cuilco, Huehuetenango, expresado en mg/L

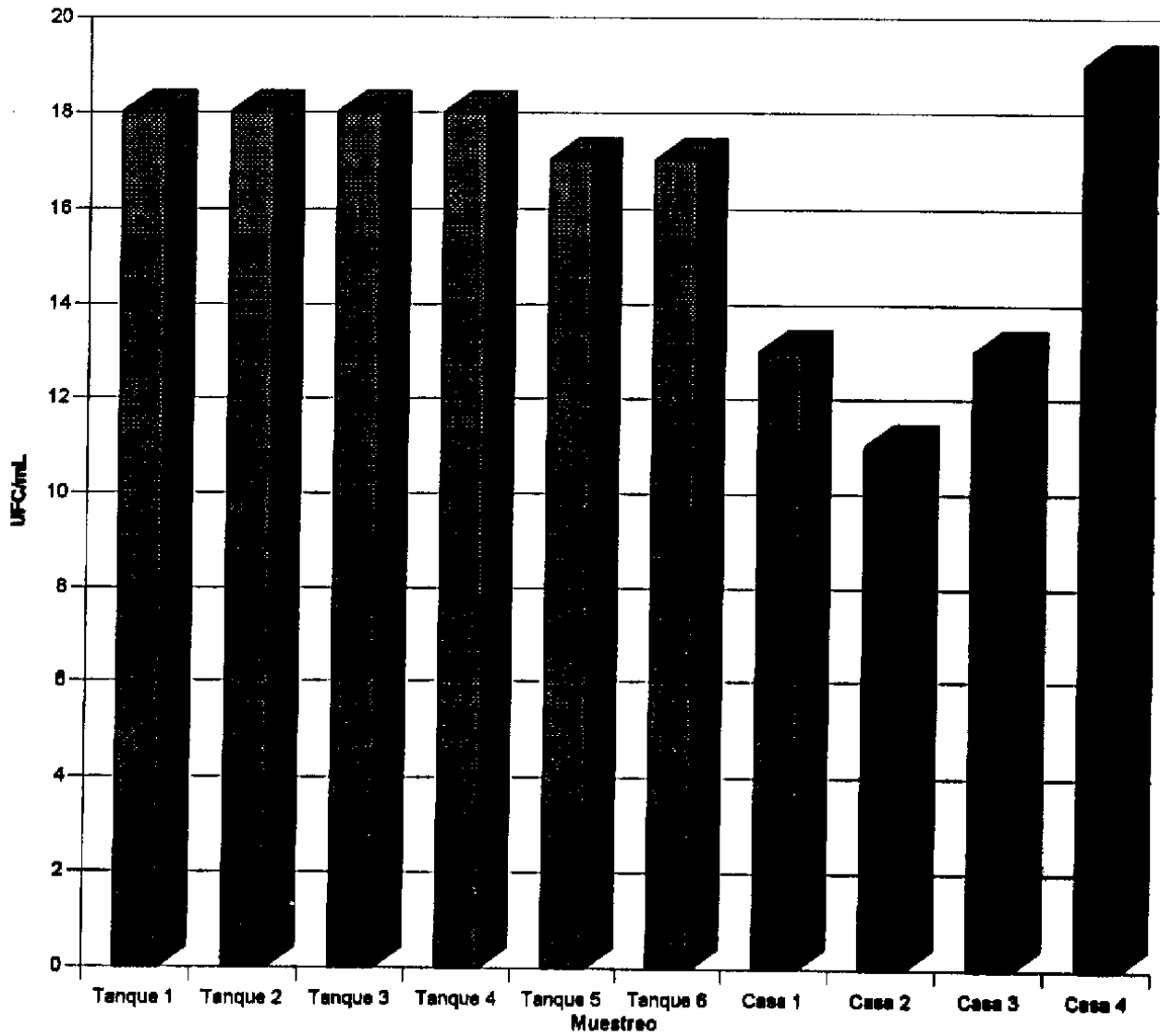


8.5 Resultados de análisis Escherichia coli expresado en UFC/mL

Fecha Muestreo en	25-9-97	2-11-97	16-10-97	23-10-97	4-11-97	Media
Tanque 1	12	25	14	26	13	18
Tanque 2	12	25	14	26	13	18
Tanque 3	14	23	13	31	08	18
Tanque 4	14	23	13	31	08	18
Tanque 5	13	22	12	30	10	17
Tanque 6	13	22	12	30	10	17
Casa 1	06	17	10	23	10	13
Casa 2	06	07	12	23	06	11
Casa 3	12	08	10	25	11	13
Casa 4	20	15	15	26	17	19

MIRANDA

Resultados de análisis de E. coli en el agua para consumo humano en la población de Cuilco, Huehuetenango, expresado en UFC/mL



9. Discusión de Resultados :

La evaluación de la potabilidad del agua es importante cuando ésta se utiliza para consumo humano, como lo fue en éste estudio, por lo que se muestrearon varios puntos de abastecimiento de la misma, entre los cuales se encuentran : el nacimiento, tanque de recolección y red de distribución del agua del municipio de Cuilco, Huehuetenango.

Las características físicas del agua analizadas fueron aceptables; el olor y sabor no desagradable, apariencia cristalina por lo que no se realizó el análisis de turbiedad. El pH se encontró de un rango de 6.3 a 7.6 siendo aceptables.

Lo cual demuestra que el agua que actualmente se conduce hacia el sistema de distribución, se encuentra dentro de los límites máximos aceptables y permisibles de la norma guatemalteca COGUANOR, no representando riesgos para la salud del consumidor, desde el punto de vista físico.

La propiedad química evaluada fue el nivel de nitratos, encontrándose en un rango de media 0.59 a 0.61 mg/L, el cual se encuentra dentro de los límites aceptables para agua de consumo humano, ya que según la norma correspondiente el rango aceptable es de 0 a 45 mg/L.

Dentro de otros de los parámetros a evaluar se contempló la turbiedad, debido a que al tomar las muestras a analizar no se observó presencia de partículas, no se realizó éste análisis.

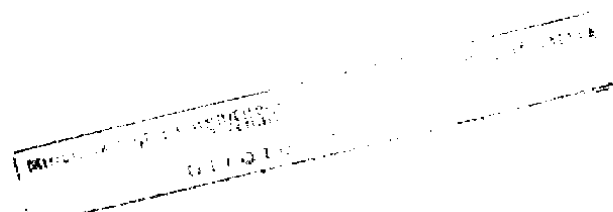
Se observa claramente que todas las muestras, representando 100%, presentan contaminación de E. coli, no siendo apta para el consumo humano ya que trae consigo riesgos para la salud, siendo las consecuencias epidemias. Dentro de los resultados obtenidos de los análisis por placas de petrifilm, se encuentra una media de 11 a 19 UFC/mL; sobrepasando los límites máximos aceptables por la norma COGUANOR, puesto que la misma indica que un mL de muestra no debe presentar ninguna UFC de E. coli

10. Conclusiones :

- 10.1** Las muestras de agua para consumo humano del municipio de Cuilco, Huehuetenango, durante el período del 25 de Septiembre al 4 de Noviembre de 1997, poseen características físicas y químicas aceptables, en cuanto a la potabilidad en base a las normas guatemaltecas COGUANOR, no así con respecto a los requerimientos microbiológicos ya que el agua presentó contaminación por bacterias E. coli lo cual implica que esta agua no es apta para beber, representando riesgos para la salud del consumidor.
- 10.2** El agua analizada presenta contaminación bacteriológica, deduciéndose con esto que es indispensable el tratamiento de desinfección para su potabilización .
- 10.3** Después de realizar los diferentes análisis al agua para consumo humano del municipio de Cuilco, Huehuetenango, se acepta la hipótesis propuesta en la investigación, debido a que el agua analizada no llena todos los requerimientos que la hacen apta para ser utilizada por el ser humano.

11. RECOMENDACIONES :

- 11.1** El agua que actualmente consume la población de Cuilco, Huehuetenango, representa un riesgo para la salud del consumidor, desde el punto de vista bacteriológico, por lo que es necesario que las autoridades locales adopten medidas que garanticen la potabilidad del agua, estableciendo para ello, entre otras medidas, un sistema de cloración.
- 11.2** Que las autoridades correspondientes implanten o establezcan un programa permanente de muestreo y análisis de potabilidad del agua para consumo humano, evitando riesgos para la población.
- 11.3** Realizar cloración del agua que actualmente consume la población en estudio, disminuyendo la presencia de bacterias, utilizando para ello dosificadores o clorinadores, obteniendo una dosificación proporcional de cloro al flujo del agua que abastece al municipio de Cuilco, Huehuetenango.



12. REFERENCIAS:

- 1.- Enciclopedia Universal Ilustrada Europeo Americana, Madrid: Espa-Calpe S.A. vols. 70, vol. 3, 1930. VIII+15,000 (p.503)
- 2.- Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 14th ed. New York:: American Public Health Association. 1975. pp 1193 (61-900)
- 3.- Schneider Re, Schiffman M, Faigenblum J. The Potential effect of water on gastrointestinal infections prevalent in developing countries. Am J Clin Nut. USA:1978. 2999p. (p.2089-2099)
- 4.- White GF, Bradley TJ, White AU. Drawer of water, domestic use in East Africa. The University of Chicago. USA: 1972 306 p.
- 5.- 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) 1991. 64p.
- 6.- Azharia J. Appropriate technology for water supply and Sanitation Technical and economic option. USA. 1980 67p. (p.62-64)
- 7.- Nalco Chemical Company. Manual del Agua su naturaleza, tratamiento y aplicaciones. México: McGraw-Hill. Vols. 3, vol. 3. 1989. vii+1,200 p. (p. 800-805)
- 8.- Geraga J. Simple water treatment methods. Kenya: Universidad de Nairobi. 1982. 74p.
- 9.- Agua Potable Especificaciones. Norma Guatemalteca Obligatoria. COGUANOR NGO 29 001. Ministerio de Economía C.A. Publicada en el Diario Oficial. Guatemala: 1985 11p.
- 10.- Tabarini A. Principales parámetros involucrados para definir la calidad del agua para consumo humano. Guatemala: USAC, (Facultad de Ingeniería) 1982. 30p. (p. 1-10)

- 11.- Archivo de Sección de Acueductos del Instituto Nacional de Fomento Municipal (INFOM)
- 12.- Portillo NE. Análisis Físico, Químico y Examen bacteriológico del agua para Consumo Humano de la Población del Amatillo, Ipala, del departamento de Chiquimula. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, (Tesis de graduación, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia) 1982. 31p.
- 13.- Méndez LE. Control de Calidad del Agua Potable para Consumo Humano de la Ciudad de San Pedro Sacatepequez, departamento de San Marcos. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, (Tesis de graduación, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia) 1984. 65 p.
- 14.- Santizo WO. Determinación de Niveles de Nitratos en aguas para consumo humano de la Ciudad de Rabinal, departamento de Baja Verapaz. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, (tesis de graduación, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia) 1991. 41p.
- 15.- Cruz Ez. Evaluación Bacteriológica del Agua de distribución del Hospital General San Juan de Dios. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, (tesis de graduación, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia) 1992. 42p.
- 16.- American Water Works Association. Agua su Calidad y Tratamiento. Trad. Colin M. México: UTHEA. 1988 390p.
- 17.- Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. Manual de Microbiología. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, 1993. 70p.
- 18.- American Public Health. Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water. 17th ed. USA: American Public Health, 1989 (p. 103, 500)
- 19.- Aguas. Determinación de constituyentes inorgánicos, no metálicos. Potencial de Hidrógeno (pH). Método de Referencia. Norma Guatemalteca Obligatoria. COGUANOR NGO 29 013

- h23. Ministerio de Economía C.A. Publicada en el Diario Oficial. Guatemala: 1985. 4p.
- 20.- Organización Mundial de la Salud. Abastecimiento de agua. Ginebra: OMS. Vols. 29, Vol. 11. 1975. 1500p. (p.700-710)
- 21.- Aguas. Ensayos Físicos. Determinación de la turbiedad. Norma Guatemalteca Obligatoria. COGUANOR NGO 29 011 h12. Ministerio de Economía C.A. Publicada en el Diario Oficial. Guatemala: 1985. 8p.
- 22.- Organización Panamericana de la Salud. Criterios de Salud Ambiental 5. Nitratos, Nitritos, y compuestos de N-nitroso. USA: Washington, DC. 1980. 109p.
- 23.- Organización Panamericana de la Salud. Metahemoglobinemia Infantil. México: Centro Panamericana de Ecología Humana y Salud. México: 1986
- 24.- Organización Panamericana de la Salud. International Standar for Drinking Water. 3 ed. Ginebra: Publicación Científica. 1971
- 25.- Harrison, et al. Principios de Medicina Interna. Vols.2, vol.2, México: McGraw-Hill. 1986. XXIX+3088p.
- 26.- Association of Official Analytical. Official Methods of Analysis (AOAC). Fifteenth ed. USA: Virginia, 1990 (p.312 - 336)
- 27.- Morales GA. Análisis Químico Bacteriológico de Agua de Pozo y evaluación del tratamiento de potabilización a través de Cloración, en una empresa de Productos Alimenticios. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, (tesis de graduación, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia), 1991. 63p.
- 28.- Aguas. Exámenes microbiológicos. Determinación del grupo coliforme. Método de tubos múltiples. Norma Guatemalteca Obligatoria. COGUANOR NGO 29 018 h8. Ministerio de Economía C.A. Publicada en el Diario Oficial. Guatemala: 1985. 11p.

- 29.- Fundación Centroamericana del Desarrollo. Diagnóstico y Plan de Desarrollo del municipio de Cuilco, Huehuetenango. Guatemala: FUNCEDE. 1995, 65p.
- 30.- Mérida CJ. Huehuetenango, Historia, Geografía, Cultura, Turismo. Guatemala: Ministerio de Educación: 1984. 391p.

Anexos

MEMORIAS DE LA UNIÓN
DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS
SECRETARÍA DE ECONOMÍA

Departamento de
Huehuetenango



LUGARES DE MUESTREO:

El presente mapa corresponde al municipio de Cuilco, Huehuetenango, en el cual aparecen los puntos en los que se recolectarán las muestras de agua.

- o Nacimiento del agua
- 1. Tanque principal de distribución
- 2. Tanque secundario
- 3. Red de distribución al usuario

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD
BIBLIOTECA

ASPECTOS DE LA REGIÓN:

1. ASPECTOS GENERALES

1.1 ORIGEN DEL NOMBRE:

Sobre el significado del nombre Cuilco existen tres versiones, recogidas por el historiador Jorge Luis Arriola:

Según la primera proviene de las voces co, en, y cuil, pintado o escrito, por lo que se traduciría como "*en lo pintado*". Según otra versión, Cuil-co, significa "*lugar sobre lo que se ha escrito o pintado*", y según una tercera, Kuil-co significa lugar de pintores o escribientes, de Kuilo, pintor o escribiente y co, lugar de.

Por otra parte, según el Lic. Adrián Recinos, Cuilco equivale a "*paraje torcido o sinuoso*", del prefijo co, en y cuil, de mecuiltec, torcido.

1.1. BREVES DATOS HISTÓRICOS:

San Andrés Cuilco se fundó alrededor del año de 1,549. En 1,581 se fundó el convento de los misioneros mercedarios en Cuilco.

El cronista Francisco Antonio de Fuentes y Guzmán, en su obra "*Recordación Florida*" (1690), refiere que San Andrés Cuilco era en ese entonces un pueblo de encomienda.

En marzo de 1871 fuerzas revolucionarias al mando de Justo Rufino Barrios ingresaron a Guatemala por el lado de Cuilco, éste pueblo junto con Nentón fueron los primeros en apoyar ese movimiento.

El edificio municipal de Cuilco fue levantado en 1888; y en el 1908 se construyó el edificio y oficina de telégrafos.

1.2 EXTENSIÓN TERRITORIAL, ALTITUD, LATITUD Y LONGITUD

* Extensión territorial	592 km ²
* Altitud	1150 m sobre el nivel del mar
* Latitud	15° 24' 25"
* Longitud	91° 56' 45"

1.3 COLINDANCIAS:

Al norte:	La Libertad, Huehuetenango
Al este:	Ixtahuacán, Huehuetenango
Al oeste:	Estados Unidos, Mexicanos
Al sur:	Departamento de San Marcos y municipio de Tectitán

1.4 CLIMA:

Bastante cálido, pertenece a las tierras altas sedimentarias (Cordillera de los Cuchumatanes) con montañas fuertemente escarpadas. La precipitación pluvial promedio anual es de 1000 a 2000 milímetros

1.5 FERIA TITULAR:

El patrono es San Andrés, se celebra del 27 de noviembre al 1 de Diciembre. El día principal es el 30, en que la iglesia Católica conmemora a San Andrés.

1.6 POBLACIÓN:

a. Población según censo 1994	36,757
b. Población según trabajo de campo	47,816
c. Población urbana censo 1994	1,317
d. Población rural censo 1994	35,440

1.7 SERVICIOS EXISTENTES:**1.7.1 INFRAESTRUCTURA SOCIAL Y PRODUCTIVIDAD:**

Sistema Vial: Culco, se comunica con la cabecera departamental por medio de carretera asfaltada (39 Km hasta el Km 288 de la Carretera Interamericana), combinada con terracería (34 Km). La distancia total es de 73 Km.

En cuanto a las comunidades rurales, 49 de ellas tienen camino de terracería para comunicarse con la cabecera municipal y 20 disponen solamente de caminos de herradura o veredas.

Energía Eléctrica: en 7848 viviendas reportadas, 545 (7%) cuentan con suministro de energía eléctrica, 7303 (93%) carecen de dicho servicio. Solo la cabecera municipal dispone de alumbrado público.

Agua entubada: 2869 (37%) viviendas tienen instalación domiciliar o acceso a llena-cántaros; y 4979 (63%) se abastecen en ríos, nacimientos o pozos manuales.

Letrinización y saneamiento ambiental: 5747 viviendas (70%) tienen letrina, 2,101 (27%) carecen de sistema de disposición de excretas. Sólo la cabecera municipal cuenta con sistemas de drenajes, el cual sirve a 260 (3%) de viviendas.

Mercados: dos comunidades, Cuilco y Posonicapa Grande, cuentan con mercado de carácter formal.

Días de plaza: en la cabecera municipal son sábados y domingo, siendo el día principal el domingo.

Correo, telégrafo y teléfono: sólo la cabecera municipal cuenta con oficina de correo y telégrafo. En la cabecera municipal funcionan teléfonos comunitarios y otro instalado en la municipalidad.

1.7.2 EDUCACIÓN: La situación de los servicios educativos en el municipio de Cuilco es la siguiente:

Escuelas Pre-Primarias: hay un establecimiento, con dos aulas en el centro, así también ya hay en otras comunidades.

Escuela Primarias: hay 61 escuelas, con 162 aulas, 145 maestros.

Nivel Básico: en la cabecera municipal funciona un instituto de educación básica, el municipio no cuenta con nivel diversificado.

Alfabetización: en el año de 1,994 el Comité Nacional de Alfabetización (CONALFA) atendió 29 centros de alfabetización.

1.7.3 SALUD: Los servicios estatales de salud están a cargo de un Centro de Salud, ubicado en la cabecera municipal, y dos puestos de salud ubicados en Posonicapa Chiquito y Vuelta Grande. En la cabecera municipal presta servicios la Clínica Parroquial, que es sostenida por la Iglesia Católica.

1.7.4 VIVIENDA: El tipo de vivienda que predomina en Cuilco, al igual que en el resto de municipios del departamento, es el rancho tradicional, de construcción precaria, generalmente de madera o adobe, con piso de tierra, techo de paja, teja, con pocas o ninguna división. En la cabecera y en comunidades rurales de los alrededores se observan algunas construcciones modernas.-

2. ACTIVIDADES ECONÓMICAS:

2.1 PRODUCCIÓN AGRÍCOLA:

- **Maíz:** se reporta su producción en los 65 (94%) centros poblados. Las técnicas de cultivo son tradicionales y los rendimientos son limitados.
- **Frijol:** Se cultiva en 56 (81%) centros poblados
- **Café:** es cultivado en 17 aldeas y caseríos (25%).
- **Frutas:** cultivos en pequeña escala de cítricos, aguacate, banano, jocote y otras especies.
- **Otros cultivos:** caña de azúcar, maní, papa, trigo, chile, tomate

2.2 PRODUCCIÓN PECUARIA:

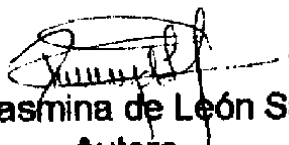
- **Ganado mayor:** 12% de los poblados
- **Ganado menor:** ovejas y aves de corral.

2.3 APICULTURA:

En 48% de los poblados se reporta la producción de miel de abejas.

2.4 PRODUCCIÓN ARTESANAL:

Textiles típicos, carpintería, panadería, sastería, herrerías, panela. (29, 30)



Doreny Yasmina de León Sánchez
Autora



Licenciado Luis Fernando Girón
Asesor



Licda. Beatriz Batres de Jiménez
Directora



Licenciado Jorge Rodolfo Pérez Folgar
Decano