

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA, LEON**

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA**



**EVALUACION DE LA EFICIENCIA DEL FILTRO DE CERÁMICA  
UTILIZADO PARA LA DEPURACIÓN DEL AGUA DE CONSUMO EN  
LA COMUNIDAD DE CHACRASECA – SECTOR RAUL CABEZAS  
DEL MUNICIPIO DE LEON (JUNIO-OCTUBRE 2005)**

**TESIS PARA OPTAR AL TITULO DE**

**LICENCIADAS EN BIOLOGIA**

**AUTORES:**

**Bra. KAREN MERCEDES PALACIOS SANCHEZ**

**Bra. LUCIA LUJAN TORREZ HERRERA**

**TUTOR:**

**MSc. OCTAVIO GUEVARA VILLAVICENCIO**

**LEON, NICARAGUA 2007**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecemos a Dios nuestro padre por habernos dado la sabiduría que necesitábamos para culminar con éxito el trabajo de investigación monográfico.

A los pobladores de la comunidad de Chacraseca por facilitarnos la toma de muestra en aquellos hogares donde se encontraban los filtros y tuberías del cual se obtenía el vital líquido para su consumo.

Agradecemos a nuestro tutor MSc. Octavio Guevara Villavicencio, por habernos orientado durante el proceso de realización de nuestra tesis.

De manera muy especial agradecemos a la MSc. Teresa Sánchez Saavedra, ... Anabel Martínez, MSc. Oscar González Quiroz, Lic. Aura Lyli Orozco y Lic. Guadalupe Álvarez, por el apoyo incondicional que nos brindaron en el desarrollo de la investigación.

## **DEDICATORIA**

A Dios nuestro padre celestial, quien al darnos su amor infinito nos concedió la dicha de coronar nuestra carrera de Biología.

A mi hija Kaled de los Ángeles Lacayo Palacios, por su amor, paciencia y a sus años de edad, de infante, supo esperar y comprender mi ausencia en los años de estudios hasta culminar mi carrera.

A mi madre: Mercedes Valentina Sánchez Saavedra por su amor, apoyo en el transcurso de mi carrera y por ser un ejemplo de lucha para obtener en la vida éxitos como persona y como profesional.

**Karen Mercedes Palacios Sánchez**

## **DEDICATORIA**

El camino hasta esta meta fue largo y lleno de obstáculos... pero lo hemos logrado, quiero dedicar este triunfo:

A DIOS, por cada día que me das Señor y te quedas a mi lado sin dejarme caer, gracia; sin ti en mi vida nada es posible.

A MI MADRE: Clarisa del Socorro Herrera, por luchar incansablemente todos los días, desde que llegué a tu vida; este triunfo mami es mas tuyo que mío.

A MI PAPITO: Odel Torrez Palma (q. p. d.), fuiste el mejor padre del mundo, para mi nunca te has ido...tu sigues siendo mi mayor inspiración.

A MI FAMILIA Y AMIGOS: Gracias por el apoyo incondicional y por creer siempre en mi.

**Lucia Lujan Torrez Herrera.**

# ÍNDICE

## CONTENIDO

PÁG.

### DEDICATORIA

### AGRADECIMIENTO

### RESUMEN

### I. INTRODUCCIÓN

1

### II. OBJETIVOS

3

### III. LITERATURA REVISADA

4

#### 3.1. Generalidades

4

##### 3.1.1. Aguas subterráneas

4

##### 3.1.2. Contaminación de las Aguas subterráneas

5

##### 3.1.3. Filtros para la depuración del Agua

5

##### 3.1.4. Filtros de Cerámica

5

#### 3.2. Importancia de la depuración de agua a través

##### de filtros de cerámica

6

##### 3.2.1. FILTRON

6

##### 3.2.2. Acción desinfectante de la Plata

7

#### 3.3. Microorganismos indicadores de contaminación

8

##### 3.3.1. Coliformes

8

##### 3.3.2. Enterococos fecales

9

##### 3.3.3. Clostridium sulfito reductores

10

##### 3.3.4. Clostridium perfringens

10

##### 3.3.5. Pseudomonas

10

##### 3.3.6. Pseudomonas aeruginosa

11

#### 3.4. Métodos de siembra entre ellos

##### se mencionan.

11

##### 3.4.1. Método de siembra por Estrías

11

3.4.3. Filtración de membranas	12
3.4.4. Siembra en masa	12
<b>3.5. Pruebas de laboratorio para la identificación de microorganismos</b>	12
3.5.1. Tinción de Gram	12
3.5.2. Tinción de Esporas	13
3.5.3. Prueba de la Oxidasa	13
3.5.4. Prueba de la Catalasa	13
<b>3.6. Normativas de calidad de agua de consumo</b>	14
3.6.1. Cuadro 1. Normas CAPRE	15
3.6.2. Cuadro 2. Normas OPS	16
<b>IV. METODOLOGIA</b>	16
4.1. Zona de Investigación	16
4.2. Selección y Recolección de las Muestras	16
4.3. Indicadores Microbiológicos de contaminación	17
4.4. Otros parámetros como indicadores de contaminación de agua	18
4.5. Análisis Mínimo	18
4.5.1. Detección de Coliformes totales y fecales	19
4.6. Análisis Complementario	19
4.6.1. Enterococos fecales	19
4.6.2. Clostridium perfringens	19
4.6.3. Pseudomonas	20
4.6.4. Pruebas Bioquímicas	20
4.6.4.1. INVIC (Indol, Rojo de Metilo, Voges Proskauer, Citrato de Simmons)	20
A. Prueba del Indol	20
B. Prueba de Rojo de Metilo	20

C. Prueba de Voges Proskauer	21
D. Prueba de Citrato de Simmons	21
4.6.4.2. Prueba de KIA	21
4.6.4.3. Reducción de Nitrato	21
4.6.4.4. Prueba de la Ureasa	21
4.6.4.5. Tinción de Gram	22
4.6.4.6. Tinción de Esporas	22
<b>V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	<b>23</b>
5.1. Pozo Comunal	23
5.2. Análisis Microbiológico del agua de Tuberías	23
5.3. Análisis Microbiológico del agua de los Filtros	25
5.4. Filtro Control	27
5.5. Análisis Microbiológico Comparativo de Tuberías y Filtros	28
5.6. Análisis Complementario	28
5.6.1. Pozo Comunal	28
5.6.2. Análisis de Tuberías y Filtros	28
5.6.3. Filtro Control	29
5.7. Encuesta	30
<b>VI. CONCLUSIONES</b>	<b>32</b>
<b>VII. RECOMENDACIONES</b>	<b>33</b>
<b>VIII. BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>34</b>
<b>IX. ANEXOS</b>	

## RESUMEN

El estudio tubo como objetivo, Evaluar la eficiencia del filtro de cerámica utilizado para la depuración del agua de consumo humano, en el sector Raúl Cabeza de la comunidad de Chacraseca, del municipio de León de acuerdo a los parámetros establecidos por las normas CAPRE (Comité coordinador regional de las instituciones de agua potable y saneamiento de CA, Panamá y Rep. Dominicana) a través de análisis microbiológicos. El trabajo se realizo durante cinco meses, en el periodo comprendido de Junio a octubre del 2005. Se seleccionaron 9 viviendas que tuvieran filtros y tuberías, y se realizo una encuesta para conocer las condiciones higiénico sanitarias de las viviendas y el uso y manejo de los filtros. El muestreo se realizo mensualmente, utilizando la técnica de siembra en masa con medio de cultivo selectivo VRBA (Agar biliado rojo neutro-cristal violeta) para Coliformes totales y Coliformes fecales. Además se realizaron otros análisis complementarios como detección de *Pseudomonas*, *Enterococos fecales* *Clostridium* y *E. coli*. De las 9 muestras de Tuberías analizadas, 2 Tuberías (22.2%) presentaron niveles de contaminación admisibles y 7 Tuberías (77.8%) niveles superiores a los recomendados. Atraves de una ANOVA ( $p < 0.05$ ) se demostró que hay diferencia significativa entre los cinco meses de estudio con respecto a los niveles de coliformes fecales en las aguas provenientes de las tuberías. Así mismo la presencia de coliformes totales en los cinco meses fue altamente significativo (ANOVA,  $p < 0.05$ ). En las 9 muestras de Filtros analizadas, 1 Filtro (11.1%) no presento contaminación por Coliformes, al igual que el filtro control y el pozo que abastece la red de distribución y 8 Filtros (88.9%) alcanzo niveles altos de contaminación. Se realizo una prueba ANOVA ( $p < 0.05$ ) para establecer si existía diferencia entre los filtros, la que revelo; que no existe diferencia significativa entre los 9 filtros analizados durante los cinco meses de investigación. Los mayores índices de contaminación para Coliformes totales y fecales, tanto para Tuberías como para Filtros se obtuvieron en el mes de agosto. Se realizo análisis complementarios incluyendo parámetros como Enterococos fecales, *Pseudomonas*, *Clostridium* y *E. coli*; se encontró 100% de presencia de *Pseudomonas* en las dos fuentes analizadas, inclusive en el filtro control como en la fuente de agua (Pozo).



# I. INTRODUCCIÓN

El agua es indispensable para la vida del hombre y de todos los organismos, por la presencia de materiales extraños en esta, se altera su composición y calidad, perjudicando consecutivamente la salud de aquellos que la consumen.

Para controlar los peligros de contaminación del agua en diferentes países, se aplican criterios para normar la calidad del agua, dichos criterios deben ser cumplidos a cabalidad para que esta pueda ser destinada al consumo humano sin que afecten la salud; y en este sentido Nicaragua cuenta con las Normas CAPRE (Comité coordinador regional de las instituciones de agua potable y saneamiento de CA, Panamá y Rep. dominicana) para que el vital líquido sea suministrado a la población bajo estándares de alta calidad y seguridad.

La purificación del agua más utilizada en Latinoamérica son a través de filtros caseros, no solo por su eficiencia, sino también por tener un costo accesible, sobretodo para las comunidades más pobres y más afectadas por el mal o ninguno servicio de agua potable que brindan los gobiernos en los países en vías de desarrollo.

Existen diferentes tipos de filtros caseros entre los más comunes están: los filtros de Bioarena, carbón activado y cerámica. Estos últimos han sido utilizados con gran éxito en diferentes países, pero todo inicio en Guatemala donde después del desarrollo y la primera producción en 1980, la ONG Ceramistas por la Paz (Potters for Peace,) en 1990 inicio la producción en Nicaragua. (CIES, 2000). En vista de la necesidad de mejorar la calidad del agua de consumo humano en las zonas rurales con mira a la problemática del abastecimiento de agua potable en nuestro país y la incidencia de enfermedades gastrointestinales que afectan principalmente a las zonas rurales; los líderes comunales de Chacraseca (comunidad del municipio de León) ejecutaron en el 2003 un proyecto llamado "Filtro de Chacraseca" por medio del cual adquirieron 300 filtros de cerámica (marca **Filtron**).

En 1998 se realizó la primera evaluación de filtros de Bioarena en la comunidad de Troilo y se pudo comprobar que mas de la mitad de ellos no estaban funcionando, lo que llevo a plantearse la necesidad de llevar a cabo un programa de educación sanitaria y un control microbiológico de agua de consumo en la comunidad.

En el 2004 se realizó una investigación para evaluar la eficiencia de filtros de arena para la depuración del agua, llevando un control microbiológico de las aguas filtradas por medio de un análisis microbiológico en el que se identifique la presencia de *Salmonella*, *Enterococos*, *Coliformes Fecales (E. coli)*, *Coliformes Totales*. Estos Filtros presentaron una contaminación variable tanto en verano como en invierno, por tanto se dedujo que esta contaminación es debido a la mala manipulación que realizan los usuarios.

En el 2004 estudiantes de Química de la UNAN-LEON realizaron un diagnóstico de calidad de agua de consumo en la comunidad de Chacraseca en donde se realizaron los análisis correspondientes de las muestras de agua de pozo, obteniendo que la calidad Físico-Química del agua de Chacraseca, no cumplía con los valores recomendados por las normas CAPRE.

Con el presente estudio se pretende conocer la calidad sanitaria del agua de consumo humano proveniente de filtros de cerámica que utilizan las comunidades para la depuración del agua.

La calidad del agua fue medida a través de análisis microbiológicos basados en las exigencias de las normas CAPRE, para dar una respuesta de tratamiento a la comunidad así como promover la importancia del buen uso de los Filtros de Cerámica para mejorar su salud y la calidad de vida. De esta manera se ayudara a la comunidad a tener mas confianza en la utilización del filtro brindándole las recomendaciones pertinentes.

Además se brindara nueva información, ya que es poca la documentación que se puede encontrar en relación a los filtros de cerámica utilizados en las comunidades rurales de Nicaragua.

## **II.OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL:**

- Evaluar la eficiencia del filtro de cerámica utilizado para la depuración del agua de consumo humano, en el sector Raúl Cabezas de la comunidad de Chacraseca, del municipio de León de acuerdo a los parámetros establecidos por las norma CAPRE (junio-octubre 2005)

### **OBJETIVOS ESPECIFICOS:**

- Caracterizar la forma en que es utilizado el filtro en nueve viviendas del sector Raúl Cabezas.
- Determinar la calidad del agua de los filtros y tuberías (abastecidos por pozo comunal del sector Raúl Cabezas) a través de análisis microbiológicos (Normas CAPRE).
- Determinar la calidad de agua a través de un análisis complementario donde se identifiquen parámetros no establecidos por las Normas CAPRE (*Clostridium*, *Pseudomonas*, *Enterococos fecales*, *E. coli*)

### **III. LITERATURA REVISADA**

#### **3.1. Generalidades**

El agua es el constituyente más abundante y el medio universal para los procesos vitales. El agua considerada como un medio vivo, es un sistema ecológico en movimiento, la cantidad existente no varía en el mundo sino que permanece constante. El 98% lo constituye el agua de mar y el 2% el agua dulce. Esta última está en los casquetes polares y el agua superficial de los ríos, lagos, aguas subterráneas y el agua suspendida en la atmósfera es la que está a nuestro alcance (Rumney 1968).

La contaminación es un proceso que altera y modifica el equilibrio físico, químico y biológico del agua, y estos son responsables de su calidad y la hacen inadecuada para sus usos y aplicaciones (Blanco, 1978).

##### **3.1.1. Aguas Subterráneas**

El agua subterránea es parte de la precipitación que se filtra a través del suelo hasta llegar al material rocoso que está saturado de agua.

El agua subterránea se mueve lentamente hacia los niveles bajos, generalmente en ángulos inclinados (debido a la gravedad) y eventualmente llegan a los arroyos, los lagos y los océanos. (La Ciencia del Agua, 2004)

El agua subterránea llega a la superficie natural por medio de manantiales, lagos y arroyos. Esta agua se puede extraer a través de pozos que se conectan a acuíferos.

Las aguas de pozos profundos contienen menos microorganismos que los de menos profundidades, por ser mayor el espesor de las capas de material filtrante. La distancia que las bacterias recorren a través del suelo depende de diversos factores, entre ellos la permeabilidad del suelo, el gradiente hidráulico del agua subterránea y las condiciones climáticas (Salle, 1968).

##### **3.1.2. Contaminación de las aguas subterráneas**

Las aguas subterráneas son una de las principales fuentes de suministro para uso doméstico y para el riego en muchas partes del mundo. Alrededor de la tercera parte del agua que se usa en las ciudades y la industria y la cuarta parte de la que se usa en agricultura son aguas subterráneas. En muchos lugares en los que las precipitaciones son escasas e irregulares pero el clima es muy apto para la agricultura son un recurso

vital y una gran fuente de riqueza, ya que permiten cultivar productos muy apreciados en los mercados internacionales (Montéalegre, 2002).

Desde 1850 se inicia la correlación de la salud con la calidad del agua y desde entonces hasta ahora se han desarrollado diferentes tecnologías para la purificación del agua, la que puede darse a través de medios físicos como: calor, luz ultravioleta, osmosis invertida o filtración; y medios químicos como: cloro, yodo, ozono.

### **3.1.3. Filtros para la depuración del agua**

Existen diferentes tipos de filtros caseros entre los más comunes están: los filtros de Bioarena, carbón activado y cerámica. Este último es de bajo costo y de fácil manipulación.

### **3.1.4. Filtro de cerámica**

Estos filtros separan materia sólida del líquido gracias a que tienen un poro muy fino, es decir, retienen partículas muy pequeñas.

Un inconveniente de estos filtros es que sobre ellos pueden desarrollarse colonias de microorganismos. Por lo tanto, al comprar un filtro de este tipo, será importante verificar que éste impregnado con plata iónica, ya que esta sustancia tiene un efecto germicida. (Métodos para purificar el agua en casa, 2005)

## **3.2. Importancia de la depuración del agua a través de Filtros de cerámica.**

**3. 2.1. FILTRON:** Un buen sistema de tratamiento de agua requiere de un elemento filtrante, cuya función es separar partículas sólidas y así permitir un agua clara; un método de desinfección que permita eliminar bacterias dañinas al organismo humano y finalmente, un recipiente de almacenamiento que permita no sólo conservar de forma adecuada el agua tratada, sino también dispensar el agua que se va a consumir sin permitir que el resto se contamine.

Filtron es un sistema que reúne todos estos elementos con una alta eficiencia. Dispone de un elemento filtrante construido de barro, retoma aspectos propios de nuestras culturas y un recurso de uso común. La mezcla empleada en el barro y su espesor están calculados para impedir el paso de algunos parásitos que habitan en el agua, pero éstos

no impiden el paso de virus, por lo que se recurre a un agente desinfectante, en este caso, la plata coloidal.

El elemento filtrante de barro se baña con plata coloidal, la que en la función del filtro puede tener una vida útil de casi dos años, al término deberá renovarse o cambiar completamente esta pieza. La plata coloidal es un agente químico que no resulta perjudicial para la salud humana.

El elemento filtrante o pieza de barro se encuentra dentro de un recipiente de mayor tamaño que sirve como contenedor de agua tratada. Éste puede ser de cerámica o, en la versión popular, se emplea un balde plástico. En todos los casos, se coloca una llave de chorro que debe permitir tomar el agua que se necesita en cada momento sin correr el riesgo de contaminar el resto, debido a que el depósito del agua tratada no se encuentra descubierto, ni se contamina al contacto con otros recipientes.

Se sabe que el filtro opera correctamente cuando se logra un volumen de agua filtrada, de uno a dos litros por hora. Cuando éste es mayor, el filtro no está trabajando correctamente y cuando es muy lento, requiere lavarse, pues se han obstruido los orificios del filtro. (López, Estrada, 2005).

### **3.2.2. Acción desinfectante de la plata**

La plata solo tiene propiedades desinfectantes en su estado coloidal, esto es cuando se presenta en partículas extremadamente pequeñas que permanecen en suspensión y que por su tamaño se cargan eléctricamente con mucha facilidad.

En ese estado también es conocida como proteína de plata, sales de plata, proteína de plata ligera y proteína de plata fuerte. Las sales que se utilizan son: cloruro de plata y yoduro de plata.

Por tanto una forma fácil y económica de obtener los beneficios de la filtración al mismo tiempo que poder germicida de la plata en estado coloidal es a través de los filtros de cerámica (impregnados con plata coloidal) que ahora se utilizan como método de depuración de agua principalmente en las comunidades rurales de los países en desarrollo, de Latinoamérica. (OPS Y OMS, 1985).

La plata no es tóxica para los seres humanos y al ser ingerida, el cuerpo absorbe solo fracciones muy pequeñas de ella. La OMS (Organización Mundial de la Salud) no ha propuesto un valor guía para la plata en el agua de bebida, precisamente por esa relativa

seguridad que manifiesta. (Filtros caseros para el tratamiento de agua de consumo, 2002).

La preocupación por la protección de la calidad del agua y los alimentos de consumo humano es muy antigua. Sin embargo fue hasta 1855, cuando John Snow demuestra claramente que el cólera es transmitido por aguas contaminadas por materia fecal. A finales del siglo 21 la etiología microbiana de muchas enfermedades que afectan a la población humana se establece en base a procesos de contaminación de aguas con heces. (Ingraham e Ingraham. 1998).

El agua recibe su flora bacteriana del aire, suelo, aguas sucias de residuos orgánicos, de plantas y animales muertos, etc. Lo que significa que en el agua se puede encontrar microbios de casi toda clase.

### **3.3. Microorganismos indicadores de contaminación**

Los organismos no patógenos que están siempre presentes en el intestino de los humanos y animales se excretan junto con los patógenos, pero en muchas mayores cantidades. Los organismo indicadores de contaminación deberían (1) ser fácilmente detectado e identificado, (2) ser del mismo origen que los patógenos (por ej., del intestino), (3) estar presentes en mucho mayor número que los patógenos, y (4) ser no patógeno por si mismo. (Gray, 1996).

Algunos microorganismos son fácilmente aislables y son ideales para utilizarlos como indicadores de contaminación fecal. Los mas ampliamente utilizables son los *Coliformes*, *Streptococos fecales*, y los *Clostridios sulfito reductores*.

Los *Streptococos fecales* mueren bastante rápidamente fuera del hospedador y su presencia es un indicador de una contaminación reciente. *Clostridium perfringens* pueden existir indefinidamente en el agua. Cuando *E. coli* y los *Streptococos fecales* están ausentes, la presencia de *C. perfringens* indica contaminación remota o intermitente.

Entre otros géneros de bacteria están: *Salmonella*, *Streptococos*, *Coliformes fecales y totales*, *Escherichia coli*.

#### **3.3.1. Coliformes**

Los *Coliformes* son bacterias de origen entérico que normalmente son capaces de fermentar la lactosa con producción de gas.

Se denominan “Organismo Coliformes” las bacterias Gram.-negativas, en forma de bastoncillos que pueden desarrollarse en presencia de sales biliares u otros agentes tenso activos con propiedades de inhibición del desarrollo similar y fermenta la lactosa de 35 a 37°C produciendo ácidos - gas y aldehído en un plazo de 24 a 48horas.

Son también oxidasa – negativa y no forman esporas. Por definición las bacterias Coliformes presentan actividades de la beta- galactosidas.

La E.coli no produce oxidasa ni hidroliza la urea, su identificación completa es demasiado complicada para utilizarla de manera sistemática por lo que se han elaborado pruebas que permiten identificarlos rápidamente por un grado de incertidumbre. E. coli abunda en las heces de origen humano y animal. Recientemente se ha sugerido que la E. coli puede existir e incluso proliferar en aguas tropicales que no han sido objeto de contaminación fecal de origen humano. (Ingraham e Ingraham, 1998).

Como los animales pueden transmitir los agentes patógenos que son infecciosos para los seres humanos, jamás ha de hacerse caso omiso de la presencia de E.coli o de bacterias Coliformes termo resistente ya que siempre existe la posibilidad de que el agua haya sido contaminada por materiales fecales y el tratamiento haya resultado ineficaz. (Ingraham e Ingraham, 1998).

### **3.3.2. *Enterococos fecales***

Los Enterococos son [cocos Gram-positivos](#) que se presentan apareados como [diplococos](#); siendo difícil distinguirlos de [Streptococos](#) con solo las características físicas. Dos especies son organismos [comensales](#) en el intestino de humanos: [E. fecales](#) y [E. faecium](#). Los Enterococos son un organismo facultativo anaeróbico, prefieren usar [oxígeno](#), pero sobreviven bien en su ausencia. (Ingraham e Ingraham, 1998).

Los *Streptococos fecales* (o estreptococos del grupo “D” de Lancefield) son bacterias integrantes de la flora normal de los animales homeotérmicos. Actualmente se considera que los estreptococos fecales pertenecen a dos géneros: *Enterococos* y *Streptococos*.



El género *Streptococcus* reúne apenas dos especies ya existentes en la antigua clasificación: *S. bovis* y *S. equinus*, que son más abundantes en heces animales.

Los Enterococos fecales son el indicador bacteriológico más eficiente para evaluar la calidad de agua ya que representan, contaminación fecal resistente (Gray, 1996). Y está relacionado directamente con enfermedades como gastroenteritis, enfermedades respiratorias, conjuntivitis y dermatitis, entre otras.

### **3.3.3. *Clostridium sulfito-reductores***

*Clostridium* es un género de [bacterias](#) baciláceas [anaerobias](#) [grampositivas](#), [parásitas](#) y [saprófitas](#) algunas de ellas, que esporulan tomando forma de palillo de tambor o huso de hilar, de ahí su nombre griego "Klostro", que significa huso de hilar.

Las especies más importantes son el [Clostridium botulinum](#) productor del [botulismo](#), el [Clostridium novyi](#), [Clostridium septicum](#), [Clostridium perfringens](#) productor de la gangrena gaseosa y [Clostridium tetani](#) productor del [tétanos](#) *Clostridium perfringens* es de origen fecal y no es patógeno en el intestino de animales homeotérmicos. (Enciclopedia virtual, wikipedia, 2006)

**3.3.4. *Clostridium perfringens*:** es una [bacteria anaeróbica](#) que se encuentra en los [intestinos](#) de los seres humanos y de varios animales [homeotermos](#), en el suelo, en el agua, en los alimentos (sobre todo en las carnes que no están bien cocinadas), entre otros. Produce [toxinas](#) que pueden causar enfermedades como la [enteritis necrótica](#) o la [gangrena gaseosa](#). Este microorganismo es el tercer indicador de [contaminación fecal](#) de las aguas. Se destruye con temperaturas superiores a 121°. Pertenece al grupo de los *Clostridium* que agrupa a unas 60 [especies](#). Hay varios tipos de *Clostridium perfringens*. (Enciclopedia virtual, wikipedia, 2006)

**3.3.5. *Pseudomonas*** son [bacilos](#) rectos o ligeramente curvados, [Gram negativos](#), [oxidasa-positivos](#), [aeróbicos](#) estrictos aunque en algunos casos pueden utilizar el nitrato como aceptor de electrones. El catabolismo de los glúcidos se realiza por la [ruta de Etner-Doudoroff](#) y el [ciclo de los ácidos tricarbónicos](#). Algunos miembros del género son [psicrófilos](#). Otros sintetizan [sideróforos](#) fluorescentes de color amarillo-verdoso con gran valor taxonómico. Es común la presencia de [plásmidos](#). No forman [esporas](#).

Generalmente son móviles gracias a los [flagelos polares](#) que poseen. Algunas especies sintetizan una [cápsula](#) de [exopolisacáridos](#) que facilita la adhesión celular, la formación

de [biopelículas](#) y protege de la [fagocitosis](#), de los [anticuerpos](#) o del [complemento](#) aumentando así su [patogenicidad](#).

Las cepas del género *Pseudomonas* son capaces de procesar, integrar y reaccionar a una amplia variedad de condiciones cambiantes en el [medio ambiente](#), y muestran una alta capacidad de reacción a señales físico-químicas y biológicas. Se han descrito cepas capaces de adquirir [resistencia](#) a [metales pesados](#), disolventes orgánicos y detergentes, lo cual les permite explotar una amplia gama de fuentes de carbono como nutrientes, así como colonizar ambientes y nichos que difícilmente son colonizables por otros microorganismos.

Por ello no es sorprendente que se considere a las bacterias del género *Pseudomonas* un paradigma de [versatilidad metabólica](#), y microorganismos claves en el reciclado de materia orgánica en los compartimentos aeróbicos de los ecosistemas, jugando, por tanto, un papel esencial en la mejora y el mantenimiento de la calidad medioambiental.

**3.3.6. *Pseudomonas aeruginosa*** (o *Pseudomonas pyocyanea*) es una [bacteria Gram-negativa](#), aeróbica, con [motilidad unipolar](#). Es un patógeno oportunista para los humanos, *P. aeruginosa* lo es también para las plantas. (Enciclopedia virtual, wikipedia, 2007)

La identificación definitiva clínica de *P. aeruginosa* frecuentemente incluye identificar la producción de ambas piocianina y fluorescencia como su habilidad de crecer a 42 °C. *P.aeruginosa* es capaz de crecer en combustible [diesel](#) y [kerosene](#), donde se conoce su utilización de un hidrocarbano, causando estragos de [corrosión microbiana](#); y creando una gelatina oscura que a veces inapropiadamente se la llama "alga".(Enciclopedia virtual, wikipedia, 2006)

### **3.4. Métodos de siembra entre ellos se mencionan:**

#### **3.4.1. Método de Siembra por Estría**

Este método es fácil de realizar, con la ayuda de un asa de siembra se toma una muestra de la población mixta y a continuación se hacen estrías sobre la superficie de un medio sólido preparado en una placa petri. Conforme se van haciendo estrías en zigzag con el asa, cada vez se van depositando en la superficie del medio menos microorganismos (Ingraham e Ingraham 1998).

### **3.4.2. Filtración de Membrana**

Se filtra al vacío 100 ml de la muestra recolectada a través de un filtro de membrana estéril se extrae la membrana filtrante con una pinza estéril. En esta membrana se encuentran todos los microorganismos filtrados, está se deposita en una Erlenmeyer que contenga 100 ml del caldo de enriquecimiento Selenito (medio específico para el crecimiento de la *Salmonella*) (Ingraham e Ingraham 1998).

### **3.4.3. Siembra en masa (métodos de vertido y extensión en placa)**

En este método, las suspensiones de células microbianas se diluyen antes de su siembra en placas. Se siguen estas técnicas cuando la muestra contiene tantos microorganismos, que la dilución no se puede realizar en una sola etapa.

Para realizar diluciones de diez en diez, se añade un mililitro de la suspensión bacteriana a nueve mililitros de medio estéril, se agita vigorosamente para diluir las células y el proceso se repite cuantas veces sea necesario. Se puede proceder de dos maneras diferentes.

El método de vertido en placa, las muestras diluidas se mezcla con Agar fundido y se vierten en placa. Algunas colonias quedarán embebidas en el Agar y otras crecerán en la superficie. (Ingraham e Ingraham 1998).

## **3.5. Pruebas de laboratorio para la identificación de microorganismos**

### **3.5.1. Tinción de Gram:**

Se añade al frotis de la muestra dos gotas de cristal violeta por 2 minutos, luego se lava con agua destilada, se añade dos gotas de lugol por 1 minuto. Lavar con Alcohol (etanol al 95% o alcohol acetona). Después se agrega cinco gotas de safranina por 1 minuto, se Lava, se deja secar y se observa al microscopio. En esta prueba la muestra puede teñirse en rosado teniendo así bacterias Gram<sup>-</sup>, mientras que las bacterias Gram<sup>+</sup> obtienen un color violeta más intenso.

### **3.5.2. Tinción de esporas**

La muestra fue tomada del recuento de esporas *Clostridium sulfito reductor*. Posteriormente se cubre la muestra con verde de Malaquita y se flamea hasta que salga vapor, continúa así por 5 minutos (se flamea cada vez que la muestra deja de emitir

vapor), se lava con agua destilada y se cubre con Safranina por 1 minuto, se lava con agua destilada y se deja secar. Observar al microscopio.

### **3.5.3. Prueba de oxidasa**

Esta basada en la producción bacteriana de una enzima oxidasa. Esta reacción de la oxidasa se debe a la presencia de un sistema citocromoxidasa que activa la oxidación del citocromo reducido por el oxígeno molecular el que a su vez actúa como aceptor de electrones en la etapa terminal del sistema de transferencia de electrones.

Todas las bacterias aeróbicas obtienen su energía por la respiración, proceso responsable de la oxidación de diversos sustratos. El oxígeno molecular oxida un sustrato con la intervención del sistema de transporte de electrones. El oxígeno es el aceptor del hidrógeno final, produciendo a partir del hidrógeno o peróxido de hidrógeno, según la especie bacteriana y su sistema enzimático.

El aspecto final de esta prueba es el color morado, obteniéndose esta reacción positiva cuando se pone en contacto una colonia con el reactivo oxidasa

### **3.5.4. Prueba de la Catalasa**

La determinación de la actividad catalítica debido a la presencia de catalasa, se determina sumergiendo la punta de un asa una pequeña cantidad de cultivo bacteriano de 24-48 horas de edad en peróxido de hidrógeno ( $H_2O_2$ ) al 3%. La liberación de  $O_2$  indica la presencia de catalasa.

La prueba de catalasa es positiva cuando al poner en contacto una colonia con el Peróxido de hidrógeno al 3% esta provoca la liberación de oxígeno lo que hace que la prueba sea positiva.

## **3.6. NORMATIVAS DE CALIDAD DE AGUA DE CONSUMO**

**CAPRE: Comité coordinador regional de las instituciones de agua potable y saneamiento de CA, Panamá y Rep. Dominicana.**

Representa las normas aprobadas por la OPS/OMS para la región centroamericana y expresan los valores que deben tener los Coliformes fecales y totales para todo tipo de agua de bebida (CAPRE, 1983).

En los análisis de calidad de agua los valores aceptados para parámetro microbiológicos están en dependencia de las normas utilizadas por instituciones que protegen la salud. En el caso de Nicaragua estos análisis se rigen por las normas **CAPRE** aplicadas a nivel Centroamericano.

**CAPRE establece lo siguiente:**

**Valor recomendable:** Corresponde a la concentración de sustancia o densidad de bacterias donde no hay riesgos sobre la salud de los consumidores.

**Valor máximo admisible:** Corresponde a la concentración de sustancia o densidad de bacterias a partir de la cual provoca rechazo por parte de los consumidores o donde existe un riesgo para la salud. La superación de estos valores implica la toma de acciones correctivas inmediatas.

**3.6.1. Normas CAPRE (1983)**

Origen	Parámetro	Valor recomendado	Valor admisible máximo	Observaciones
A. Todo tipo de agua de bebida.	Coliforme fecal	Negativo	Negativo	-
B. Agua que entra al sistema de distribución.	Coliforme fecal	Negativo	Negativo	En muestras no consecutivas
	Coliforme total.	Negativo	≤ 4	
C. Agua en el sistema de distribución	Coliforme total	Negativo	≤ 4	En muestras puntuales. No debe ser detectado en 95% de las muestras anuales.
	Coliforme fecal	Negativo	Negativo	

### 3.6.2. Normas OPS (1985)

PARÁMETROS BACTERIOLÓGICOS			
Organismos	Unidad	Valor guía	Observación
Bacterias fecales	Num/100ml	0	
Bacterias Coliformes	Num/100ml	10	No debe ocurrir de forma repetida, cuando el hecho sea frecuente se deberá buscar otra fuente.

## **IV. METODOLOGIA**

### **4.1. Zona de investigación**

La investigación se realizó en la Comunidad de Chacraseca, sector Raúl Cabezas ubicado al este de la ciudad de León, cuenta con una extensión territorial de 78.9 km<sup>2</sup>, una población de 1,585 habitantes, 260 viviendas habitadas y un promedio de 5 personas por vivienda. El sector Raúl Cabezas de la Comunidad de Chacraseca cuenta con un pozo comunal, perforado, debidamente sellado y conectado a una red de distribución que abastece a las familias del lugar, el agua de este pozo no recibe ningún tipo de tratamiento que garantice su calidad.

El estudio se realizó en el periodo comprendido de Junio a Octubre de 2005, fue escogida esta época del año por que es en este periodo en el que la población se encuentra mayormente expuesta a enfermedades de origen hídrico sobretodo las relacionadas con la calidad sanitaria.

### **4.2. Selección y recolección de las muestra**

Para la selección y recolección de las muestras se procedió de la siguiente manera:

Se realizaron visitas previas de reconocimiento para obtener información sobre las fuentes de agua y los mecanismos de depuración que utiliza la población para mejorar la calidad del agua de consumo humano en esta zona.

Se realizó una encuesta (ver anexo) para caracterizar la forma de uso de los filtros de cerámica utilizados por nueve familias de la comunidad de Chacraseca, sector Raúl Cabezas.

Para evaluar la eficiencia de los filtros se procedió a seleccionar de forma preferencial a nueve familias que tuvieran filtros y tuberías, a las que se les monitoreo la calidad del agua de ambas fuentes durante el periodo (junio–octubre, 2005) que duro nuestra investigación.

También se realizó análisis a la fuente de abastecimiento de agua del sector en estudio (pozo). Se adquirió un filtro nuevo con el objetivo de utilizarlo como filtro control al que se brindo las condiciones óptimas de higiene, lavado y manipulación.

El agua filtrada provenía de una de las tuberías (tubería N° 2). El agua era directamente tomada de la tubería y depositada en un balde previamente lavado y desinfectado (únicamente utilizado para esta actividad), luego este era llevado junto con las demás muestras al laboratorio y se depositaba el agua del balde con las condiciones adecuadas dentro del filtro.

La colecta de las muestras se realizó utilizando botellas de vidrio (Pirex) con capacidad de 1000ml, previamente esterilizados en autoclave a una temperatura de 121°C1, atm. de presión durante 15 min. Cada muestra se tomo directamente de las tuberías y de las boquillas de los filtros dejando correr el agua por 1 min para luego tomar la muestra, llenando 3/4 partes de la botella con la intención de dejar espacio para el oxígeno, al mismo tiempo que facilitar la mezcla de la muestra al momento del montaje.

Una vez recolectada la muestra las botellas eran cuidadosamente selladas y rotuladas evitando así su posible contaminación y confusión respectivamente; luego eran colocadas en un termo con hielo con el objetivo de brindarle las condiciones óptimas de temperatura para mantener vivos los microorganismos durante su traslado hacia el laboratorio de microbiología de la UNAN-León y donde se les realizaron los análisis microbiológicos correspondientes para determinar la calidad bacteriológica de la misma.

### **4.3. Indicadores Microbiológicos de Contaminación**

Basado en los Parámetros establecidos por las Normas del Comité Coordinador Regional de las Instituciones de Agua Potable y Saneamiento de Centroamérica, Panamá y República Dominicana, para la calidad del agua por las que se rige Nicaragua, cada muestra fue sometida a un **Análisis mínimo** realizado mensualmente durante un periodo de cinco meses, consiste en la búsqueda de *Coliformes Totales* y *Coliformes Fecales*; principales indicadores de contaminación establecidos por CAPRE, en cuanto a la calidad del agua de consumo humano.



#### **4.4. Otros parámetros como indicadores de contaminación de agua.**

El laboratorio de Microbiología de agua de la UNAN-León en su línea de investigación para determinar la calidad del agua, utiliza otros parámetros que no están establecidos dentro de las normas CAPRE, pero son importantes de conocer cuando se requiere consumir agua segura. Los indicadores que se analizaron en este estudio fueron: *Enterococos*, *Clostridium*, *E. coli* y *Pseudomonas*.

En los meses de agosto y octubre se realizaron dos análisis complementarios a lo establecido por las normas CAPRE. La finalidad fue conocer a manera de sondeo la presencia de otros indicadores de contaminación, que pueden ser utilizados en futuras investigaciones.

Los coliformes, a pesar de ser buenos indicadores de contaminación no son las únicas bacterias dañinas para la salud humana. Estas algunas veces pueden ser enmascarados por otros microorganismos patógenos ejemplo: *Pseudomona aeruginosa*; encontradas en el agua que normalmente es consumida en las comunidades que cuentan con precarios sistemas de suministro de agua y métodos inadecuados de potabilización.

#### **4.5. Análisis mínimo**

Antes de cada muestreo se esterilizo la cristalería (Placas Petries, Pipetas, Tubos de ensayo, Erlenmeyer, etc.) en horno, a 160°C por 60min y autoclaves a 1atm de presión (121°C) por 15min, al igual que los medios de cultivos requeridos para cada análisis. Dichos medios ya estériles eran vertidos dentro en los recipientes correspondientes según cada tipo de prueba.

En el laboratorio cada muestra fue montada dentro de la cámara de flujo laminar, frente al mechero y con todas las condiciones necesarias de esterilidad requeridas para garantizar resultados confiables.

### **4.5.1. Detección de Coliformes totales y fecales**

En dos placas estéril se coloca 1ml del agua problema, luego se le aplica de 20 a 25 ml de medio VRBA (Agar biliado rojo neutro-cristal violeta) utilizando la técnica de Siembra en masa. Posteriormente se incuban a 37° C para Coliformes totales y a 44° C para Coliformes fecales, por 24 horas.

Habiendo presencia de crecimiento en la placa sembrada a 44° C, colonias pequeñas de color rosado fucsia, presuntas *E.coli*, se pincha una colonia sembrándola por agotamiento en una placa de LEVINE y dejándola nuevamente a 44° C por 24 horas.

De ser positiva se espera la presencia de colonias verde metálica presuntiva de *E.coli* y se sembró por agotamiento en una placa de Plate Count Agar (PCA). Posteriormente se incubo a 37° C por 24 horas y se realizaron pruebas\_bioquímicas como: Indol, Rojo de Metilo Voges Proskaver, Citrato de Simmons (IMVIC), Agar Iron Kliger (KIA).

## **4.6. Análisis Microbiológico Complementario**

### **4.6.1. Enterococos fecales**

En dos tubos de ensayo conteniendo cada uno 5 ml de caldo Kanamicina, Aesculina Ácida (KAA), se le agregó 5 ml de agua problema y se agitó suavemente. Luego se incubo a 37° C por 24 horas. Del tubo donde se observo crecimiento se pasan 2 ó 3 asas por agotamiento a una placa Kanamicina, Aesculina Ácida Agar (KAAA) y se incubó a 37° C por 24 horas. De una colonia típica de Streptococos, se realizó una siembra por agotamiento en una placa de Plate Count Agar (PCA), se incubó a 37° C por 24 horas, luego se realizó la tinción de Gram y prueba de Catalasa.

### **4.6.2. *Clostridium perfringens***

En un tubo estéril se depositaron 10 ml de agua problema, y se calentó hasta 80°C por 30 minutos (baño María) para destruir las formas vegetativas existentes en la muestra.

Se depositaron 10 ml de la muestra de agua en un tubo que contenía 10 ml de medio SPS doble concentrado (Agar Sulfito-Polimixina Sulfadiaxina), posteriormente se homogenizó el medio junto con la muestra, se dejó solidificar, se cubrió con vaselina estéril, e incubó a 28° C por 4 a 5 días. (ADSA-MIGROIOLOGIA, 1981)

### 4.6.3. *Pseudomonas*

En un Erlenmeyer se filtro al vacío 100 ml de la muestra problema, a través de un filtro de membrana estéril (0.45µm), utilizando para ello la unidad de filtración esterilizada. Se extrajo la membrana filtrante con una pinza estéril y se depositó en un Erlenmeyer que contenía 100 ml de caldo enriquecimiento verde de malaquita (medio específico para el crecimiento de *Pseudomonas*) y se pasó a incubar a 37° C por 24 horas.

Si hay crecimiento bacteriano se siembra por agotamiento de 2 a 3 asas en una placa con medio selectivo de CETRIMIDE, se incuba a 37° C por 24 horas.

Habiendo crecimiento se selecciona una colonia típica y se siembra por agotamiento en una placa petri de Plate Count Agar PCA. Luego se incuba a 37° C por 24 horas y se realiza la prueba de Catalasa y Oxidasa, y se pasa a realizar, pruebas bioquímicas para confirmar las especies.

- a. IMVIC (Indol, Rojo de Metilo Voges Proskaver, Citrato de Simmons)
- b. KIA (Agar Iron Kliger)
- c. REDUCCION DE NITRATOS
- d. UREA

### 4.6.4. Pruebas Bioquímicas: Sirven para la identificación de especies.

#### 4.6.4.1. IMVIC (Indol, Rojo de Metilo, Voges Proskauer, Citrato de Simmons)

**A. Prueba del INDOL:** De la placa con Plate Count Agar (PCA), se toma una muestra con el asa de siembra y se inocula un tubo de ensayo que contiene 5 ml de agua peptonada. Luego se procede a incubar a 37° C por 24 horas. Si existe crecimiento se agregan 4 gotas del reactivo de Kovacs.

La presencia de un anillo de color cereza en la superficie del medio tras añadir el reactivo de Kovacs, nos indica que la reacción es positiva.

**B. Prueba del ROJO DE METILO:** De la placa con Plate Count Agar (PCA), se inocula con el asa de siembra en un tubo de ensayo que contiene 5 ml de rojo de metilo. Se incuba a 37° C por 24 horas. Si hubo crecimiento se agregan 4 gotas de rojo de metilo y se agita suavemente. Un cambio de color del medio a rojo esto nos indica que la prueba es positiva (pH ácido)

**C. Prueba de VOGES PROSKAUER:** De la placa con Plate Count Agar (PCA), se inocula con el asa de siembra en un tubo de ensayo que contiene 5 ml de rojo

de metilo. Se incuba a 37° C por 24 horas si hubo crecimiento se agrega 0.6 ml (4 gotas) de Alfa-Naftol, (4 gotas) de KOH al 40%, se agita y se deja reposar por 10 minutos. Si al añadir el reactivo Alfa naftol y KOH el medio se torna de color rojo, la prueba es positiva.

**D. Citrato de SIMMONS:** De la placa con Plate Count Agar (PCA), se inocula con el asa de siembra en un tubo de ensayo que contiene 5 ml de Agar de Citrato de Simmons, se incuba a 37° C por 24 horas y se procede a leer. La degradación del citrato produce una alcalinización lo que manifiesta la coloración azul intenso del medio siendo esta prueba positiva.

**4.6.4.2. Prueba de KIA (Agar Iron Kligler):** De la placa con Plate Count Agar (PCA), se inocula con el asa de siembra en un tubo de ensayo que contiene 5 ml de KIA, se siembra en el fondo y en la superficie y se incuba a 37° C por 24 horas. El uso de la lactosa deja todo el medio amarillo. Si no se usa queda rosa por utilizar las peptonas. El SH<sub>2</sub> da un precipitado negro, el gas rompe el Agar.

**4.6.4.3. Reducción de NITRATOS:** De la placa con Plate Count Agar (PCA), se inocula con el asa de siembra en un tubo de ensayo que contiene 5 ml de Caldo Nitratado, se incuba a 37° C por 24 horas, si hubo crecimiento, se agregan de 2 a 4 gotas del reactivo I y II de Nitrato, se agita suavemente, se deja reposar y se procede a leer. Color rojo tras añadir los reactivos Nitrato A Nitrato B si hay reducción a nitrito. Si es incoloro se añade Zinc, es positivo si sigue incoloro y negativo si aparece color rojo.

**4.6.4.4 Prueba de la UREASA:** De la placa con Plate Count Agar (PCA), se inocula con el asa de siembra en un tubo de ensayo que contiene 5 ml de Agar Urea, se incuba a 37° C por 24 horas, se procede a leer. La prueba es positiva cuando el medio se cambia a rosa-fucsia debido a la fuerte alcalinización que provoca la liberación del amoníaco.

**4.6.4.5. Tinción de Gram:** Se añade al frotis de la muestra dos gotas, cristal violeta por 2 minutos, luego se lava con agua destilada, se añade dos gotas de lugol por 1 minuto. Lavar con Alcohol (etanol al 95% o alcohol acetona). Después se agrega cinco gotas de safranina por 1 minuto, se Lava, se deja secar y se observa al microscopio. El aspecto final de esta prueba es el color morado, obteniéndose esta reacción positiva cuando se pone en contacto una colonia con el reactivo oxidasa

**4.6.4.6. Tinción de Esporas:** La muestra fue tomada del recuento de esporas Clostridium sulfito reductor. Posteriormente se cubre la muestra con verde de Malaquita y se flamea hasta que salga vapor, continua así por 5 minutos (se flamea cada vez que la muestra deja de emitir vapor), se lava con agua destilada y se cubre con Safranina por 1 minuto, se lava con agua destilada y se deja secar. Observar al microscopio. La prueba de catalasa es positiva cuando al poner en contacto una colonia con el Peróxido de hidrogeno al 3% esta provoca la liberación de oxigeno lo que hace que la prueba sea positiva.

## V.RESULTADOS Y DISCUSION

### 5.1. Encuesta:

En cuanto a las encuestas realizadas a los pobladores y propietarios de los Filtros analizados en esta investigación encontramos que:

Los filtros se localizan en las cocinas, dentro de las viviendas y cerca de ellos se observaron bolsa con concentrados para las gallinas, granos básicos u otros productos de consumo familiar, en algunas viviendas estaban cerca del fuego o del lavadero; siempre dentro de la cocina. A excepción de un filtro que estaba colocado en una mesa en la sala de la vivienda el cual se notaba limpio y no tenia nada a su alrededor. (Ver anexo 4)

Según las respuestas obtenidas en la encuesta realizada a los pobladores, seis personas (66.67%) tiene el filtro hace mas de 1 año, lo lavan 1 vez por semana y para ello solamente utilizan agua. Dos personas (22.22%) aseguro tener el filtro hace un año lavarlos cada 15 días y para ello utilizar detergente y agua. Una persona (11.11%) dijo tener el filtro hace mas de tres meses, lo lavan sin una frecuencia establecida y para ello utilizan jabón de lavar.

Según lo establecido por el fabricante de Filtron como medidas básicas de limpieza del filtro, encontramos que se esta dando una inadecuada limpieza del los filtros; por tanto las posibilidades de obtener el rendimiento eficiente de estos en la depuración del agua se ve altamente reducida ya que el periodo de viabilidad del filtro es de dos años, siempre y cuando se le manipule como ellos lo indican. (Ver anexo 2)

La mayoría de las familias (8) afirmo que rellenan el filtro una vez por día con un equivalente a 8 litros de agua, así mismo dijeron que percibían mayor rapidez de filtración después de que el filtro es lavado. Una persona (11.11%) aseguro rellena el filtro cuando menos 2 veces por día un aproximado de 16 litros de agua, menciona que no observan variación en la velocidad de filtración.

La cantidad de agua filtrada por día en estos hogares esta directamente relacionada con el número de personas que habitan por vivienda y la velocidad de filtración podría estar relacionada con el lavado, pues cuando el filtro es lavado la capa bacteriana que se forma en las paredes y la base del mismo, es removida por lo que este recupera su rapidez en la filtración.

Por otra parte siete personas (77.78%) afirmaron que utilizan el agua filtrada solo para beber y catalogaron su sabor como “agradable”. Dos personas (23.32%) aseguraron utilizar el agua filtrada tanto para beber como para cocinar los alimentos y menciono que únicamente siente el agua filtrada menos pesada que la proveniente de la tubería.

Seis personas (66.66%) afirmaron que los filtros son lavados siempre por la misma persona y solamente utilizan agua filtrada para hacerlo. Tres personas (33.33%) aseguraron que el filtro es lavado por cualquier miembro de la familia con agua que proveniente de la tubería.

Los materiales utilizados para el lavado de los filtros son las esponjas según el 55.56% (5 personas) de los encuestados. Tres personas (33.33%) usan cepillo y una persona (11.11%) usa pastes en este mismo proceso.

En lo anteriormente descrito queda claro, que con respecto a lo indicado por el fabricante (ver anexo 1) como la técnica adecuada para el lavado del filtro, la comunidad en general no esta siguiendo las indicaciones recibidas tanto a través de talleres de capacitación brindadas por el fabricante en conjunto con los lideres comunales, como por la etiqueta colocada en cada uno de los filtros como recordatorio.

Todos los encuestados (9 personas) aseguraron utilizar el filtro a diario y que el agua filtrada es de su completo agrado.

## **5.2. Pozo Comunal**

En los dos muestreos realizados al pozo comunal del sector Raúl Cabeza no se encontró presencia de Coliformes Totales y de Coliformes fecales, por tanto, basado en las normas CAPRE esta agua es apta para consumo humano. El pozo tiene una profundidad superior a los 80 metros, este se encuentra sellado y su agua es extraída a través de una bomba eléctrica que envía el agua por las tuberías a cada vivienda.

### 5.3. Análisis Microbiológicos del Agua de las Tuberías

De las 9 muestras de tuberías analizadas microbiológicamente, según las normas del Comité coordinador regional de las instituciones de agua potable y saneamiento de CA, Panamá y Rep. Dominicana. (CAPRE) 2 tuberías (22.2%) presentaron niveles de contaminación admisibles, en cuatro de las cinco veces analizadas durante la investigación.

En 7 tuberías (77.8%) se encontraron niveles de contaminación por encima de los recomendados para que el agua sea apta para consumo humano.

A través de una ANOVA ( $p < 0.05$ ) se demostró que hay diferencia significativa entre los cinco meses de estudio con respecto a los niveles de coliformes fecales en las aguas provenientes de las tuberías. Así mismo la presencia de coliformes totales en los cinco meses fue altamente significativo (ANOVA,  $p < 0.05$ ). (Cuadro 3)

El mes de agosto (ver anexo 5) presentó los mayores niveles de contaminación con coliformes fecales y totales de acuerdo a los meses en que fue realizada la investigación.

**Cuadro 3. ANOVA**

Fuente de Variable	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado medio	F calculada	P
Entre grupo	4	40525370.370	10131342.593	12.201	.000
Dentro de grupo	49	40688888.889	830385.488		
Error	53	81214259.259			

En el mes de junio (ver anexo 5) no se reportó contaminación por coliformes fecales en los 9 tubos analizados, en cambio en 3 tuberías (33.3%) se encontró contaminación por coliformes totales lo que equivale a un promedio de 556 Ufc (Unidades Formadoras de Colonias). Igualmente en el mes de julio se presentó un comportamiento similar en cuanto a coliformes fecales, encontrándose contaminación en solo uno de los tubos (tubería 9) en lo que respecta a coliformes totales la contaminación tubo niveles elevados en comparación al mes de junio.

El mes de agosto (ver anexo 5) todas las tuberías presentaron contaminación en cuanto a Coliformes totales y 7 tuberías (77.8%) para Coliformes fecales con un promedio de



5000 Ufc de Coliformes totales y 2,444 Ufc de Coliformes fecales. Destacándose como es el mes de mayor contaminación con respecto a los cinco meses en que se llevo acabo la investigación.

#### 5.4. Análisis Microbiológicos del Agua de los Filtros

Una (11.1%) de las 9 muestras de Filtros analizadas por los parámetros de CAPRE en tres de las cinco veces analizados no presentaron contaminación.

Ocho filtros (88.9%) presentaron niveles altos de contaminación a lo largo del periodo que duro el estudio.

Existe diferencia altamente significativa entre los cinco meses de investigación de acuerdo a los niveles de coliformes fecales. Según lo establecido a las normas CAPRE, las aguas provenientes de los filtros no son aptas para consumo humano. De igual forma los coliformes totales tuvieron diferencia significativa entre los cinco meses (ANOVA,  $p < 0.05$ ). (Cuadro 4)

Cuadro 4. ANOVA

Fuente de Variable	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado medio	F calculada	P
Entre grupo	4	18263888.889	4565972.222	7.230	.000
Dentro de grupo	49	30944444.444	631519.274		
Error	53	49208333.333			

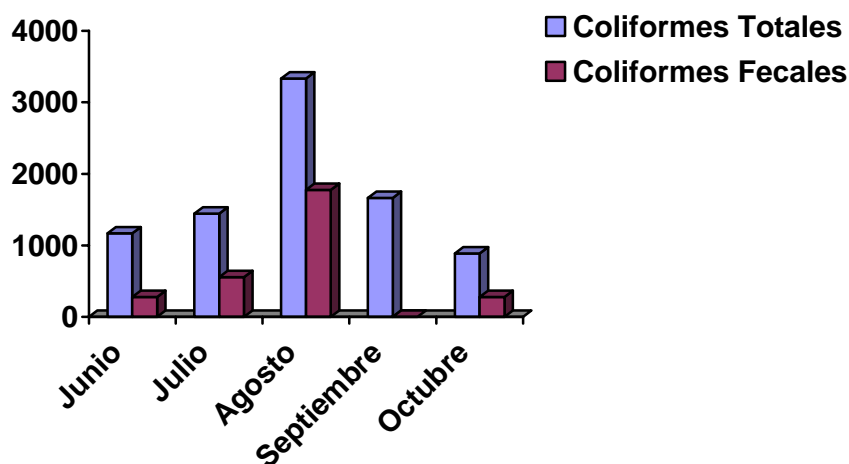


Grafico 2

## **Distribución de la contaminación promedio de los 9 Filtros durante un periodo de 5 meses (junio-octubre)**

El grafico N° 2 muestra un alto nivel de contaminación por coliformes totales y Fecales en los filtros, en el mes de agosto. Se aplico la prueba Tukey (consiste en comparaciones múltiples siempre y cuando el numero de muestras son iguales) que agrupa los meses de junio, julio, septiembre y octubre; separándolos del mes de agosto para ambas variables (Coliformes totales – Coliformes fecales).

El mes de septiembre no se encontró contaminación con coliformes fecales en los nueve filtros analizados (ver anexo 6), pero los primeros cinco filtros estaban contaminados con coliformes totales con niveles superiores a los permitidos para aguas de consumo humano, solo cuatro filtros tenían niveles por debajo a los establecidos por CAPRE para consumo humano.

El mes de agosto se los 9 filtros se encontraron (100%) contaminados con Coliformes totales y ocho filtros (88.9%) contaminados con Coliformes fecales siendo el filtro # 4 el único en encontrarse libre de Coliformes fecales. El promedio de contaminación fue de 3444 Ufc para Coliformes totales y 1778 Ufc (Unidades Formadoras de Colonias) para coliformes fecales. Este elevado índice en la contaminación en el agua filtrada están por encima de los valores permisible por las normas CAPRE por tanto esta agua no puede considerarse aptas para consumo humano. La alta contaminación puede haberse debido a la época de lluvia, ya que días antes del muestreo la zona del pacifico fue fuertemente afectada por la tormenta tropical numero veinticinco lo que provoco un aumento significativo en la precipitación pluvial.

Se realizo una prueba ANOVA ( $p < 0.05$ ) para establecer si existía diferencia entre los filtros, la que revelo; que no existe diferencia significativa entre los 9 filtros analizados durante los cinco meses de investigación. (Cuadro 5)

**Cuadro 5. ANOVA**

Fuente de Variable	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado medio	F calculada	P
Entre grupo	8	10333333.333	1291666.667	1.495	.186
Dentro de grupo	45	38875000.000	863888.889		
Error	53	49208333.333			

El filtro # 6 se encontró contaminado en un 80% de las veces en que fue muestreado siendo el filtro con mayor frecuencia de contaminación, con un promedio de 2000 y 1100 Ufc para Coliformes totales y fecales respectivamente, durante todo el periodo de investigación; colocándose por encima de los parámetros establecidos en las Normas CAPRE.

El filtro # 8 fue encontrado contaminado con un 40% de contaminación con Coliformes totales y 10% con Coliformes fecales, y un promedio de 900 y 200 Ufc para Coliformes totales y fecales respectivamente; destacándose como el de menor contaminación. A excepción de los filtros 2, 3, 4 y 5 que estuvieron libres de contaminación en dos de las 5 fechas de muestreo, 2da y 5ta respectivamente. Aunque algunos de los filtros se encontraron libres de contaminación, en algunas de las ocasiones en que fueron muestreados; en general no puede considerarse a ninguno 100% eficiente en la depuración del agua, pues el agua proveniente de ellos en más de una ocasión se les encontró con elevados índices de contaminación. Al contrastar estos resultados con la Normas CAPRE (normativas bajo las que se rige Nicaragua para evaluar la calidad Bacteriológica del agua para consumo humano) se demostró que superan los niveles permisibles establecidos por la norma.

### **1.1. Filtro control**

El filtro control (ver anexo 3) mostró un 100% de eficiencia en la retención de coliformes totales y fecales, aun cuando el agua de la tubería (tubería N° 2) de la cual era rellenado el filtro estuvo contaminado en los meses de agosto y septiembre. El filtro control siempre retuvo los coliformes, obteniéndose agua apta para consumo humano según lo establecido por CAPRE y lo establecido por sus fabricantes en cuanto a eficiencia en la retención de microorganismos.

Los análisis microbiológico (coliformes totales y fecales) realizados al filtro control, el cual, demostró que bajo las condiciones adecuadas de manipulación los filtros son eficientes.

Basado en el análisis microbiológico, la encuesta y las observaciones personales existen una mala manipulación en cuanto a la técnica de lavado, tiempo de lavado y ubicación en la vivienda.

## **1.2. Análisis Microbiológico comparativo entre Tuberías y Filtros**

No hay diferencia significativa (t-student,  $p < 0.05$ ) entre los niveles de contaminación por coliformes fecales entre los muestreos para filtro y tubos.

El promedio general de contaminación del agua que se tomaba en el tubo fue similar al que salía después de pasar por los filtros.

## **5.6. Análisis Microbiológico complementario**

### **5.6.1. Pozo Comunal**

En los análisis complementarios realizados a las muestras de la fuente de agua no se encontró presencia de *Clostridium*, *E.coli* y *Enterococos Fecales*, pero si se obtuvo presencia de *Pseudomonas*.

### **5.6.2. Análisis de tuberías y filtros**

Las muestras fueron analizadas de acuerdo a las Normas CAPRE. También se le realizaron análisis complementarios donde se incluían parámetros como son: *Enterococos*, *Clostridium*, *E. coli* y *Pseudomona*.

En los resultados obtenidos por este estudio encontramos presencia ocasional de *Enterococos*, *Clostridium*, *E.coli* y contaminación en un 100% por *Pseudomonas* tanto en tuberías como en los filtros. (Ver anexo 7 y 8)

Las normas CAPRE son cuestionadas debido que los niveles de permisividad son limitados para clasificar los tipos de aguas de consumo en apta o no apta pues esta no toma en cuenta otros indicadores que pueden enmascarar la presencia de microorganismos, que en otros países son considerados como indicadores de contaminación para la calidad del agua de consumo.

Se ha demostrado que la presencia de Coliformes puede ser enmascarados por otros microorganismos ejemplo: *Pseudomona aeruginosa* las que son resistentes a la cloración (Reilly y Kippin 2000).

Cuando existe el crecimiento de esta bacteria, los Coliformes fecales disminuyen su crecimiento debido a que los catabolitos de *Pseudomona aeruginosa* (piocianina), tiene un efecto bactericida sobre los Coliformes, principalmente en *E.coli*, lo cual, produciría su disminución o diseminación conduciendo a resultados erróneos en el control de

calidad de las aguas. Estos indicadores también dan una idea del tiempo en que se dio la contaminación del agua y si es una contaminación fecal de origen animal o humano.

Según Gray (1994) el tiempo de sobrevivencia de los Coliformes en una fuente de agua es mayor que el grupo de los Estreptococos, estos grupos son indicadores de contaminación fecal y nos dice que se ha dado una contaminación reciente.

Sin embargo *Clostridium* (*Clostridium perfringens*) puede existir indefinidamente en el agua, aunque su reservorio es el intestino de animales de sangre caliente y del hombre (Heymann 2005). Cuando *E.coli* y los Estreptococos fecales están ausentes y hay presencia de *Clostridium perfringens* esto nos indica una contaminación remota o intermitente.

Los análisis complementarios realizados tanto a las tuberías como a los filtros en estudio, revelaron 100% de contaminación por crecimiento de *Pseudomona*, y contaminación esporádica de otros parámetros estudiados en este análisis. Esto nos indica que aun cuando estas agua hubiesen cumplido con los parámetros establecidos por las Normas CAPRE se encontraron en ella presencia de otros organismos indicadores de contaminación, los que de igual manera que los Coliformes son causante de enfermedades hídricas. Por tanto esta agua no es apta para consumo humano tanto por lo establecido por las Normas CAPRE como por los parámetros establecidos por el Laboratorio de Microbiología de Agua de la UNAN-León.

### **5.6.3. Filtro control**

Los análisis complementario no se encontró presencia de *Clostridium*, *E.coli* y *Enterococos Fecales*, pero si de *Pseudomona* en los dos análisis realizados.

Los resultados concuerdan con los realizados por la Universidad Nacional del Ingeniería (UNI), los cuales demostraron que las principales bacterias retenidas por el filtro son: *Coliformes*, *E.coli* y *Enterococos Fecales*. Según los fabricantes del dispositivo (Filtron) se ha probado 98 a los 100% eficaces en el laboratorio en la eliminación de bacterias y de indicadores bacterianos.

## II. CONCLUSIONES

- La manipulación inadecuada de los filtros, así como las medidas higiénico-sanitarias utilizadas antes y durante el proceso de rellenado y lavado de los mismos; esta siendo un factor fundamental en la contaminación del agua.
- Tanto el agua proveniente de las tuberías como la que era obtenida de los filtros no cumplen con las normas establecidas (CAPRE), en el 90% de las veces en que fueron analizados.
- De acuerdo a los análisis complementarios se demostró que los filtros no retiene otros microorganismos como: *Pseudomonas*, *Clostridium*, *Enterococos fecales*, *E.coli*.

### **III. RECOMENDACIONES**

- Sensibilizar a la población mediante capacitaciones de Educación Sanitaria.
- Realizar la limpieza de los filtros con la frecuencia y la técnica recomendada por los fabricantes de Filtron.
- Realizar monitoreo del uso y manejo del Filtro, por los habitantes. A través de los organismos que apoyan a las comunidad.
- Evaluar la calidad del agua filtrada, cada 6 meses por proyectos comunales sobre calidad del agua.



#### IV. BIBLIOGRAFÍA

- ADSA-MICROBIOLOGIA, medios de cultivos para microbiología. 1981. Editorial Barcelona. Pág. 86-230.
- Blanco, Elena Marta. 1978. Índice de contaminación fecal de agua de pozos del barrio de Guadalupe León-Nicaragua (tesis). Pág. 35-40.
- CAPRE, 1983 Normas de calidad del agua para consumo humano, primera edición Pág. 1-9
- Gómez Ortega Julio Cèsar, Silva, Rìos Douglas Rafael. 1999 Diagnóstico de calidad de agua de consumo en las comunidades rurales de Abangasca Sur y Troilo del municipio de León-Nicaragua (tesis) Pág. 1-10.
- Gray, N.F. 1996. Calidad del agua potable problemas y soluciones. Editorial ACRIBIA, S. A. Zaragoza (España). p.189, 215, 216.
- Heymann, D. 2005. El control de enfermedades transmisibles. 18<sup>a</sup> edición. Washington, D.C. OPS. Pub. Client. Ten. Pág. 613: 807
- Ingraham L. John, Ingraham A. Catherine, 1998. Introducción a la microbiología, editorial reverté, S. A. Tomo I y II, Barcelona Pág. 70-129 y 53-563
- Montéalegre, Jaime R. 2002 Microbiología general, Departamento de sanidad vegetal. Facultad de ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile.
- 1989. Métodos Normalizados para el análisis de aguas potables y residuales, DIAZ DE SANTOS. Referencia 9213E., sección 9 – 6.
- OPS Y OMS, 1985 Guías para calidad de agua potable, Volumen 1.
- Reyli, K. y J. Kippin. 2000. Relación entre el contaje bacteriológico y otros parámetros de calidad de agua tratada en sistemas de distribución. Hoja de divulgación técnica, CEPIS. 4p.
- Rumney, G. R. 1968. Climatology and the World Climate. Macmillan, Nueva York. Pág. 341
- Salle A. J. 1968. Bacteriología. Segunda edición Revolucionaria la Habana. Pág. 591

## Información de internet

- Centro virtual e información del agua, 2007. Métodos para purificar el agua en casa. Consultado en [www.imacmexico.org](http://www.imacmexico.org) 14 de marzo 2007
- CIES-UNAN Managua, 2000. Impactos de Filtros caseros y cloro en Jinotega. Consultado en <http://desastres.cies.edu.ni/digitaliza/tesis/t229/seccionb.pdf>. 8 de abril 2006
- Clostridium.2007 Consultado en [http://es.wikipedia.org/wiki/Clostridium\\_perfringens](http://es.wikipedia.org/wiki/Clostridium_perfringens) 13 de Enero 2007
- Filtron. 2006. Consultado en <http://filtronnica.com> 13 de Abril 2006
- Filtros de agua consultado en [www.profeco.gob.mx/hm/revista%5cpdf%5cfiltrosagua.pdf](http://www.profeco.gob.mx/hm/revista%5cpdf%5cfiltrosagua.pdf) 11 de Enero 2006
- Filtros caseros para el tratamiento de agua de consumo humano. Guatemala-Guatemala. Diciembre de 2002. Consultado en <http://www.cepis.Ops-oms.org/bvsapi/e/paises/guatemala/fitro.pdf>. 10 de agosto 2002
- IDEASS Nicaragua, EL FILTRON, FILTRO CERÁMICO PARA AGUA POTABLE. 2006. Consultado en [pottersforpeace.org/wp-content/uploads/filtron-esp.pdf](http://pottersforpeace.org/wp-content/uploads/filtron-esp.pdf). Revisada el 11 de Enero 2006
- La Ciencia del Agua para las Escuelas, Aguas subterráneas, 2004. Consultado en <http://water.usgs.gov/gotita/mearth.html> 13 de marzo 2004
- Métodos de purificación de agua. 2005 Consultado en [www.profeco.Gob.mx/hm/revista/publicaciones/adelantos\\_04/purificar\\_agua\\_mzoO4.pdf](http://www.profeco.Gob.mx/hm/revista/publicaciones/adelantos_04/purificar_agua_mzoO4.pdf)). 13 de marzo 2005
- Métodos para purificar el agua en casa, 2005. Consultado en [www.AGUA.org.mx](http://www.AGUA.org.mx), 13 de marzo 2005
- Pseudomonas. 2007. Consultado en [http://es.wikipedia.org/wiki/Pseudomonas\\_aeruginosa](http://es.wikipedia.org/wiki/Pseudomonas_aeruginosa), 11 de Enero 2007

- Carlos Javier López y Marcia Estrada G, 2005. Tecnología sostenible. El Nuevo Diario. Consultado en [info@elnuevodiario.com.ni](mailto:info@elnuevodiario.com.ni) 13 de Enero 2005.

# V. ANEXOS

# Anexo 1

## Encuesta por vivienda

Código

Datos generales

FICHA NO.

RESPONSABLE DE FAMILIA: \_\_\_\_\_

EDAD: \_\_\_\_\_ SEXO: \_\_\_\_\_ GRADO ESCOLAR: \_\_\_\_\_

TIEMPO DE VIVIR EN LA COMUNIDAD: \_\_\_\_\_

PERSONAS QUE HABITAN EN LA VIVIENDA	EDADES DE LAS PERSONAS QUE HABITAN EN LA VIVIENDA	Escolaridad
<b>TOTAL:</b>	<b>TOTAL:</b>	

### Utilización de filtros para la purificación del agua.

1. ¿Desde hace cuanto tiempo usted tiene filtro?

3 meses \_\_\_\_\_, 6 meses \_\_\_\_\_, 1 año \_\_\_\_\_, otros \_\_\_\_\_

2. ¿Con que frecuencia lo utiliza?

Todos los días \_\_\_\_\_, 3 veces por semana \_\_\_\_\_, 2 veces por semana \_\_\_\_\_,

otros \_\_\_\_\_

3. ¿Cada cuanto tiempo rellena el filtro?

Una vez por día \_\_\_\_\_, Dos veces por día \_\_\_\_\_, Mas de dos veces por día \_\_\_\_\_,  
Otros \_\_\_\_\_

4. ¿Cuántos litros de agua filtra por día?

8 litros \_\_\_\_\_ 16litros \_\_\_\_\_ otros \_\_\_\_\_

5. Sienten que varía la velocidad del agua al filtrarse.

Si--- No.....

6. ¿Cuándo suele ocurrir la variación de la velocidad?

5. ¿Que uso le dan al agua filtrada?

Lavar los alimentos \_\_\_\_\_ Cocinar los alimentos \_\_\_\_\_

Lavar los trastes \_\_\_\_\_ Para beber (Consumo) \_\_\_\_\_

Todas las anteriores \_\_\_\_\_

6. ¿Les gusta el sabor del agua filtrada?

Si..... No.....

7. Si no les gusta, ¿cómo la sienten?

6. ¿Con que frecuencia lava su filtro?

Una vez por semana \_\_\_\_\_, Una vez a la quincena \_\_\_\_\_, Una vez por mes \_\_\_\_\_, una vez al  
año \_\_\_\_\_ otros \_\_\_\_\_

7. ¿Con que lo lava?

Con cepillo \_\_\_\_\_, con esponja \_\_\_\_\_, con paste \_\_\_\_\_, otros \_\_\_\_\_

8. ¿Con que agua lo lava?

Agua del grifo \_\_\_\_\_, Agua del grifo y clorada \_\_\_\_\_, Agua de la pila \_\_\_\_\_,

Agua filtrada \_\_\_\_\_ otros \_\_\_\_\_

9. ¿Usted, para el lavado del filtro utiliza algún jabón?

Jabón \_\_\_\_\_, detergente \_\_\_\_\_, agua clorada \_\_\_\_\_, solo agua \_\_\_\_\_

10. ¿El filtro es lavado siempre por la misma persona?

Si \_\_\_\_\_, No \_\_\_\_\_,

11. ¿Quién suele encargarse de su mantenimiento?

#### **OBSERVACION**

#### **Estado del filtro en el momento de la encuesta:**

Tapado..... Abierto.... Quebrado.... En buenas condiciones... etc....

#### **¿En que estado físico se encuentra el filtro?**

Bueno (entero y sin fracturas) \_\_\_\_\_, regular (fracturas en el borde) \_\_\_\_\_,

Malo (con fracturas en las paredes y/o en fondo) \_\_\_\_\_, otros \_\_\_\_\_,

## Anexo 2. ESTRUCTURA, USO Y MANTENIMIENTO DEL FILTRÓN PARA SU DEBIDO FUNCIONAMIENTO. (Tomado del artículo del Nuevo Diario)

**COMO USAR EL FILTRÓN**



Tapa plástica  
Filtro de barro  
Bidón  
Llave Plástica

**¿Va a estrenar su filtrón?**

**1. La Lavada del BIDÓN**  
Lávese las manos con jabón.  
Coloque la llave al bidón.  
Eche el agua en el bidón hasta la cuarta parte y coloque 2 cucharas de cloro (o 50 gotas por 5 litros).  
Déjela un rato para desinfectarla.  
Lave el bidón con un paste limpio.  
Use esta agua para lavar la tapa y luego deseche el agua usada a través de la llave para desinfectarla.  
Si no tiene cloro, lave el bidón y la tapa con agua hervida y jabón como se explica arriba.  
Si tiene agua filtrada o hervida enjuague el bidón.



**2) Arme su Filtrón**  
Escoja un lugar seguro para poner el Filtrón. Fijese que no estorbe y que esté al alcance de todos.  
Ahí ponga el bidón y coloque con cuidado el filtro de barro sobre el borde del bidón.



**3) Para quitarle el sabor a barro al filtro nuevo,** llénelo con agua y sáquela por la llave. Repita varias veces hasta que se quite cualquier sabor.



**4) Cuele el agua**  
Si el agua trae basuritas o está terrosa, cuele el agua con un trapo fino y limpio sobre el filtro de barro y lo amarra al borde del bidón.



**5) Mantenga el filtro de barro lleno y tapado.**  
El filtro de barro funciona más rápido (uno o dos litros por hora) si lo mantiene lleno.  
  
Recuerde: antes de servir el agua lávese las manos y trastes con jabón.

**Como lavar su filtrón**



**1) La lavada del filtro**  
Cuando el agua tarda en pasar por el filtro de barro es señal de que el filtro está sucio y los poros están tapados.  
Para lavar:  
• No levante el filtro de barro lleno de agua. Espere hasta que el filtro de barro esté vacío y el bidón tenga agua filtrada.  
• Lávese las manos con jabón.  
• Saque el filtro de barro del bidón y colóquelo sobre un plato lavado con agua filtrada.  
• Echele una tasa o más de agua filtrada en el filtro.



- Lave el filtro con un cepillo de lavar ropa por dentro y por fuera para quitarle la suciedad.
- Si al cepillar se sueltan algunos pedacitos de barro, no se preocupe.
- Enjuague el filtro con agua filtrada hasta que esté limpio.

**Aviso: Nunca lave el filtro de barro con cloro ni jabón**



**2) La lavada del bidón**  
Lave el bidón cada mes sólo con agua clorada o con jabón como se explica al inicio.  
  
Una vez terminada la limpieza vuelva a colocar el filtro de barro en el bidón para seguir usándolo.  
  
Aviso: El Filtrón funciona bien un año y medio o más. Si después de este tiempo El Filtrón presenta problemas, diríjase al distribuidor local quien le orientará sobre lo que puede hacer.



**Anexo 2. FOTOS DEL FILTRON (FILTRO CONTROL) EN EL  
LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA DE LA  
UNAN – LEON**



**Anexo 4. FOTOS DEL FILTRON EN LA COMUNIDAD DE  
CHACRASECA – SECTOR RAUL CABEZAS**







**Anexo 5. TABLAS DE RESULTADOS DE TUBERIAS**

N°	06 de Junio		04 de Julio		01 de Agosto		06 de Septiembre		10 de octubre	
	Coliformes totales UFC/100ml	Coliformes fecales UFC/100ml	Coliformes totales UFC/100ml	Coliformes fecales UFC/100ml	Coliformes totales UFC/100ml	Coliformes fecales UFC/100ml	Coliformes totales UFC/100ml	Coliformes fecales UFC/100ml	Coliformes totales UFC/100ml	Coliformes fecales UFC/100ml
	37°C	44°C	37°C	44°C	37°C	44°C	37°C	44°C	37°C	44°C
Tubo 1	0	0	4000	0	6000	4000	2000	1000	0	0
Tubo 2	0	0	0	0	4000	2000	8000	3000	0	0
Tubo 3	0	0	0	0	5000	0	0	0	500	100
Tubo 4	0	0	1000	0	3000	1000	0	0	0	0
Tubo 5	0	0	0	0	4000	3000	0	0	0	0
Tubo 6	0	0	0	0	5000	0	0	0	0	0
Tubo 7	1000	0	7000	0	7000	5000	1500	400	3000	1000
Tubo 8	1000	0	7000	0	7000	5000	2000	200	3000	1500
Tubo 9	1000	0	1000	400	4000	2000	2000	0	0	0



**Anexo 6. TABLAS DE RESULTADOS DE FILTROS**

N°	06 de Junio		04 de Julio		01 de Agosto		06 de Septiembre		10 de octubre	
	Coliformes totales UFC/100ml	Coliformes fecales UFC/100ml	Coliformes totales UFC/100ml	Coliformes fecales UFC/100ml	Coliformes totales UFC/100ml	Coliformes fecales UFC/100ml	Coliformes totales UFC/100ml	Coliformes fecales UFC/100ml	Coliformes totales UFC/100ml	Coliformes fecales UFC/100ml
	37°C	44°C	37°C	44°C	37°C	44°C	37°C	44°C	37°C	44°C
Filtro 1	1000	0	0	0	5000	2000	4000	0	3000	0
Filtro 2	2500	0	0	0	3000	2000	3000	0	0	0
Filtro 3	1000	0	0	0	4000	3000	3000	0	0	0
Filtro 4	500	0	0	0	2000	0	2000	0	0	0
Filtro 5	1000	0	0	0	2000	1000	3000	0	0	0
Filtro 6	2000	500	4000	3000	2000	1000	0	0	2000	1000
Filtro 7	0	0	4000	0	5000	4000	0	0	1000	500
Filtro 8	1500	0	0	0	3000	1000	0	0	0	0
Filtro 9	1000	1000	5000	2000	5000	2000	0	0	2000	1000



### Anexo 7. ANALISIS COMPLEMENTARIO DE TUBOS

	<i>Julio</i>	<i>Octubre</i>	<i>Julio</i>	<i>Octubre</i>	<i>Julio</i>	<i>Octubre</i>	<i>Julio</i>	<i>Octubre</i>
Nº de Muestras	Enterococos	Enterococos	Clostridium	Clostridium	Pseudomona	Pseudomona	E. coli	E.coli
Tubo 1	Ausencia	Ausencia	Ausencia	presencia	Presencia	presencia	Ausencia	Ausencia
Tubo 2	Ausencia	Ausencia	presencia	Ausencia	presencia	presencia	Ausencia	Ausencia
Tubo 3	Ausencia	presencia	presencia	presencia	presencia	presencia	Ausencia	Ausencia
Tubo 4	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	presencia	presencia	Ausencia	Ausencia
Tubo 5	Ausencia	Ausencia	presencia	Ausencia	Presencia	presencia	Ausencia	Ausencia
Tubo 6	Ausencia	Ausencia	presencia	Ausencia	presencia	presencia	Ausencia	Ausencia
Tubo 7	Ausencia	presencia	presencia	Ausencia	Presencia	presencia	Ausencia	Presencia
Tubo 8	Ausencia	presencia	presencia	Ausencia	Presencia	presencia	Ausencia	Presencia
Tubo 9	Ausencia	Ausencia	presencia	Ausencia	Presencia	presencia	Ausencia	Ausencia



**Anexo.8 ANALISIS COMPLEMENTARIO DE FILTROS**

	<i>Julio</i>	<i>Octubre</i>	<i>Julio</i>	<i>Octubre</i>	<i>Julio</i>	<i>Octubre</i>	<i>Julio</i>	<i>Octubre</i>
Nº de muestra	Enterococos	Enterococos	Clostridium	Clostridium	Pseudomona	Pseudomona	E.coli	E.coli
Filtro 1	Ausencia	Ausencia	Ausencia	presencia	Presencia	presencia	Ausencia	Ausencia
Filtro 2	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Presencia	presencia	Ausencia	Ausencia
Filtro 3	Ausencia	Ausencia	Ausencia	presencia	Presencia	presencia	Ausencia	Ausencia
Filtro 4	Ausencia	Ausencia	Ausencia	presencia	Presencia	presencia	Ausencia	Ausencia
Filtro 5	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Presencia	presencia	Ausencia	Ausencia
Filtro 6	Ausencia	Presencia	Ausencia	Ausencia	presencia	presencia	presencia	Ausencia
Filtro 7	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Presencia	presencia	Ausencia	Ausencia
Filtro 8	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Presencia	presencia	Ausencia	Ausencia
Filtro 9	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Presencia	presencia	presencia	Ausencia