



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Química

**EVALUACIÓN BACTERIOLÓGICA, DESINFECTANTE Y ECONÓMICA DE LOS SISTEMAS
HIPOCLORITO DE SODIO, HIPOCLORITO DE CALCIO Y CLORO GASEOSO PARA LA
APLICACIÓN EN AGUA PARA CONSUMO HUMANO**

Cindy Estefany Pérez Cano

Asesorada por el Ing. Edgar Armando Barillas Rodas

Guatemala, octubre de 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**EVALUACIÓN BACTERIOLÓGICA, DESINFECTANTE Y ECONÓMICA DE LOS
SISTEMAS HIPOCLORITO DE SODIO, HIPOCLORITO DE CALCIO Y CLORO
GASEOSO PARA LA APLICACIÓN EN AGUA PARA CONSUMO HUMANO**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

CINDY ESTEFANY PÉREZ CANO

ASESORADA POR EL ING. EDGAR ARMANDO BARILLAS RODAS

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERA QUÍMICA

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Jurgen Andoni Ramírez Ramírez
VOCAL V	Br. Oscar Humberto Galicia Nuñez
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Orlando Posadas Valdez
EXAMINADOR	Dr-Ing. Adolfo Narciso Gramajo Antonio
EXAMINADOR	Ing. Gerardo Antonio Ordóñez López
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

EVALUACIÓN BACTERIOLÓGICA, DESINFECTANTE Y ECONÓMICA DE LOS SISTEMAS HIPOCLORITO DE SODIO, HIPOCLORITO DE CALCIO Y CLORO GASEOSO PARA LA APLICACIÓN EN AGUA PARA CONSUMO HUMANO

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Química, con fecha 27 de julio de 2015.

Cindy Estefany Pérez Cano

Guatemala, 5 de agosto de 2017

Ingeniero Carlos Salvador Wong Davi.
Director Escuela de Ingeniería Química.
Facultad de Ingeniería
USAC

Respetable Señor Director

Me dirijo a usted para informarle que a la presente fecha he revisado el informe final del trabajo de graduación titulado: **"EVALUACIÓN BACTERIOLÓGICA, DESINFECTANTE Y ECONÓMICA DE LOS SISTEMAS HIPOCLORITO DE SODIO, HIPOCLORITO DE CALCIO Y CLORO GASEOSO PARA LA APLICACIÓN EN AGUA PARA CONSUMO HUMANO"**, de la estudiante universitaria CINDY ESTEFANY PÉREZ CANO, con el carné No. 2172246600101 y registro académico No. 201123091, de quien estoy fungiendo como ASESOR. Siendo que los aspectos metodológicos del trabajo en cuestión llenan los requisitos técnicos que ameritan su aprobación, sirva la presente para patentizarlo a efecto de que se autorice el trabajo realizado y se proceda a continuar con los trámites subsiguientes.

Sin más por el momento, me suscribo de usted.



EDGAR ARMANDO BARILLAS RODAS

Ing. Químico, colegiado 291

Edgar A. Barillas R.
Ing. Químico
Colegiado activo 291



Guatemala, 06 de octubre de 2017.
Ref. EIQ.TG-IF.040.2017.

Ingeniero
Carlos Salvador Wong Davi
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Química
Facultad de Ingeniería

Estimado Ingeniero Wong:

Como consta en el registro de evaluación del informe final EIQ-PRO-REG-007 correlativo **043-2015** le informo que reunidos los Miembros de la Terna nombrada por la Escuela de Ingeniería Química, se practicó la revisión del:

INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADUACIÓN

Solicitado por la estudiante universitaria: **Cindy Estefany Pérez Cano**.
Identificada con número de carné: **2011-23091**.
Previo a optar al título de **INGENIERA QUÍMICA**.

Siguiendo los procedimientos de revisión interna de la Escuela de Ingeniería Química, los Miembros de la Terna han procedido a **APROBARLO** con el siguiente título:

EVALUACIÓN BACTERIOLÓGICA, DESINFECTANTE Y ECONÓMICA DE LOS SISTEMAS HIPOCLORITO DE SODIO, HIPOCLORITO DE CALCIO Y CLORO GASEOSO PARA LA APLICACIÓN EN AGUA PARA CONSUMO HUMANO

El Trabajo de Graduación ha sido asesorado por el Ingeniero Químico: **Edgar Armando Barillas Rodas**.

Habiendo encontrado el referido informe final del trabajo de graduación **SATISFACTORIO**, se autoriza al estudiante, proceder con los trámites requeridos de acuerdo a las normas y procedimientos establecidos por la Facultad para su autorización e impresión.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"


Ing. Pablo Enrique Morales Paniagua
COORDINADOR DE TERNA
Tribunal de Revisión
Trabajo de Graduación



C.c.: archivo



Ref.EIQ.TG.53.2017

El Director de la Escuela de Ingeniería Química de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor y de los Miembros del Tribunal nombrado por la Escuela de Ingeniería Química para revisar el Informe del Trabajo de Graduación de la estudiante, **CINDY ESTEFANY PÉREZ CANO** titulado: **"EVALUACIÓN BACTERIOLÓGICA, DESINFECTANTE Y ECONÓMICA DE LOS SISTEMAS HIPOCLORITO DE SODIO, HIPOCLORITO DE CALCIO Y CLORO GASEOSO PARA LA APLICACIÓN EN AGUA PARA CONSUMO HUMANO"**. Procede a la autorización del mismo, ya que reúne el rigor, la secuencia, la pertinencia y la coherencia metodológica requerida.

"Id y Enseñad a Todos"



Ing. Carlos Salvador Wong Davi
Director
Escuela de Ingeniería Química

Guatemala, octubre 2017

Cc: Archivo
CSWD/ale

Universidad de San Carlos
de Guatemala



Facultad de Ingeniería
Decanato

DTG. 511.2017

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Química, al Trabajo de Graduación titulado: **EVALUACIÓN BACTERIOLÓGICA, DESINFECTANTE Y ECONÓMICA DE LOS SISTEMAS HIPOCLORITO DE SODIO, HIPOCLORITO DE CALCIO Y CLORO GASEOSO PARA LA APLICACIÓN EN AGUA PARA CONSUMO HUMANO**, presentado la estudiante universitaria: **Cindy Estefany Pérez Cano**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:


Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Decano

Guatemala, octubre de 2017

/gdech



ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por cuidarme, guiarme y permitirme llegar a este momento tan importante de mi vida.
- Mis padres** Luis Alberto Pérez Orellana e Iris Marisol Cano Cabrera. Por su ejemplo, apoyo, amor, inspiración y entrega.
- Mis tíos** Irma Rangel y Jorge Rangel. Por su cariño y ejemplo.
- René Cano y David Cano. Por su cariño y apoyo incondicional.
- Mis primos** Sharon Rangel, Nancy Rangel, Wilson Rangel, Irma Rangel, Brenda Cordón, Jairo Cordón. Por su cariño y apoyo.
- Mis sobrinos** Henry García, Bickson García, Santiago Rangel, Gabriel Rangel. Por su cariño e inspiración.
- Mis abuelos** Luis Pérez. Por su cariño y apoyo.
Enma Beatriz Cabrera. Por inculcarme respeto a Dios y por su dedicación.

Mi novio

Sammy Hernández. Por darle alegría a mis días, por su amor y apoyo incondicional.

Mis amigos

Mariela Juárez, Andrea Rogel, Mariana Anleu, Michelle Thomae, Andrea Morales, Andrea Velásquez, Paola Méndez, Xara Paz, Marybeth Rodríguez, Andrés Barillas, Gustavo Ardiano, Guido Barillas, Miguel Morán, Antonio Paz. Por estar conmigo y compartir en cada momento de mi vida en tantas aventuras, experiencias y triunfos.

AGRADECIMIENTOS A:

**Universidad de San
Carlos de Guatemala**

Por ser la casa que me brindó los conocimientos para alcanzar el triunfo.

Facultad de Ingeniería

Por permitirme ser parte de ella y, asimismo, ser el camino para llegar al éxito.

**Escuela de Ingeniería
Química**

Por abrir sus puertas y permitirme trabajar con ellos, así como adquirir experiencia como profesional.

Ing. Armando Barillas

Por su apoyo, guía, por brindarme su confianza y amistad.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS.....	VII
GLOSARIO.....	IX
RESUMEN.....	XI
OBJETIVOS.....	XIII
INTRODUCCIÓN.....	XV
1. ANTECEDENTES.....	1
2. MARCO TEÓRICO.....	3
2.1. Propiedades del agua.....	3
2.2. Calidad del agua.....	4
2.3. Cloración.....	4
2.4. Cloro residual.....	5
2.4.1. Cloro residual combinado.....	6
2.4.2. Cloro residual libre.....	6
2.5. Determinación de cloro por dosificar en una red.....	6
2.6. pH.....	7
2.7. Características microbiológicas.....	7
2.7.1. Agentes patógenos.....	7
2.7.2. Coliformes totales.....	8
2.7.3. Coliformes fecales.....	8
2.7.4. <i>Escherichia coli</i>	8
2.7.4.1. <i>E. coli</i> enterotoxigénico (ETEC).....	9
2.7.4.2. <i>E. coli</i> enteropatógeno (EPEC).....	9
2.7.4.3. <i>E. coli</i> enterohemorrágico (EHEC).....	9

	2.7.4.4.	<i>E. coli</i> enteroinvasivo (EHEC).....	9
2.8.		Sistemas de cloración del agua.....	10
	2.8.1.	Cloro gaseoso	10
	2.8.2.	Hipoclorito de sodio	11
	2.8.3.	Hipoclorito de calcio	12
3.		DISEÑO METODOLÓGICO.....	15
	3.1.	Variables	15
		3.1.1. Variables independientes	15
		3.1.2. Variables dependientes	16
	3.2.	Delimitación del campo de estudio	16
	3.3.	Recurso humano disponible	17
	3.4.	Recursos materiales disponibles.....	17
		3.4.1. Equipo	17
		3.4.2. Materiales.....	17
	3.5.	Técnica cualitativa o cuantitativa.....	18
	3.6.	Recolección y ordenamiento de la información.	18
		3.6.1. Ubicación de la recolección	18
		3.6.2. Proceso de recolección	18
	3.7.	Tabulación y ordenamiento de la información	20
	3.8.	Plan de análisis de resultados.....	21
		3.8.1. Métodos y modelos de los datos según tipo de variable.....	21
		3.8.1.1. Métodos y modelos para la comparación de la eficiencia bacteriológica de los tres sistemas de cloración	21
		3.8.1.2. Métodos y modelos obtenidos para la comparación económica de los tres sistemas de cloración	22

3.8.2.	Programas por utilizar para análisis de datos.....	24
4.	RESULTADOS.....	25
4.1.	Análisis microbiológico	25
4.2.	Análisis económico	28
5.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	33
5.1.	Eficiencia de los sistemas de cloración del agua para la potabilización de la misma.	33
5.1.1.	Cloro gaseoso.....	33
5.1.2.	Hipoclorito de calcio	34
5.1.3.	Hipoclorito de sodio	35
5.2.	Comparación económica para los tres sistemas de cloración del agua para que sea apta para consumo humano	35
5.2.1.	Comparación económica para caudales de 75 gpm.....	36
5.2.2.	Comparación económica para caudales de 125 gpm.....	37
5.2.3.	Comparación económica para caudales de 300 gpm.....	37
	CONCLUSIONES	39
	RECOMENDACIONES.....	41
	BIBLIOGRAFÍA.....	43
	APÉNDICES.....	45
	ANEXOS	49

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Sistema cloro gaseoso	11
2.	Sistema de hipoclorito de sodio	12
3.	Sistema hipoclorito de calcio	13
4.	Procedimiento de recolección de datos	19
5.	Comparativa económica para el funcionamiento de los tres sistemas de cloración durante un periodo de cuatro años con un caudal de 75 gpm	29
6.	Comparativa económica para el funcionamiento de los tres sistemas de cloración durante un periodo de cuatro años con un caudal de 125 gpm	30
7.	Comparativa económica para el funcionamiento de los tres sistemas de cloración durante un periodo de cuatro años con un caudal de 300 gpm	30
8.	Comparativa económica para el funcionamiento de los tres sistemas de cloración durante un periodo de cuatro años, con tres diferentes caudales (gráfica de columnas)	31
9.	Comparativa económica para el funcionamiento de los tres sistemas de cloración durante un periodo de cuatro años, con tres diferentes caudales (gráfica de cotizaciones)	31

TABLAS

I.	VARIABLES INDEPENDIENTES.....	15
II.	VARIABLES DEPENDIENTES	16
III.	RECuento total de microorganismos para el agua clorada utilizando los tres sistemas.....	20
IV.	Resultados de la potabilidad del agua en diferentes sitios de muestreo	25
V.	Eficiencia de los diferentes sistemas de cloración para realizar la potabilización del agua	27
VI.	Eficiencia de los diferentes sistemas de cloración para realizar la reducción de coliformes totales para que cumplan con el parámetro de potabilidad	27
VII.	Eficiencia de los diferentes sistemas de cloración para realizar la reducción de coliformes fecales para que cumplan con el parámetro de potabilidad	27
VIII.	Eficiencia para la potabilización de agua proveniente de pozos con agua inicialmente potable	28
IX.	Eficiencia para la potabilización de agua proveniente de nacimientos	28
X.	Costo de equipos más insumos para los tres sistemas de cloración en un periodo de cuatro años	29

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
°C	Grados Celsius.
°F	Grados Fahrenheit.
gal	Galones.
gpm	Galones por minuto.
g	Gramos.
h	Horas.
lb	Libra.
l	Litro.
mg	Miligramos.
mg/l	Miligramos por litro de solución.
min	Minutos.
NMP/100cm ³	Número más probable de bacterias Coliformes/100cm ³ de solución.
pH	Potencial de hidrógeno.
Q	Quetzal (moneda guatemalteca).
t	Tiempo.

GLOSARIO

Acidez	Tendencia a liberar un protón o a aceptar un par de electrones de un donante. En soluciones acuosas, el pH es una medida de la acidez, así, una solución ácida es aquella en la cual la concentración de hidrógeno excede a la del agua pura a la misma temperatura, y el pH es menor que siete.
Agua potable	Es aquella que cumple con las características de calidad especificadas en la norma COGUANOR NGO 29 001, siendo adecuada para el consumo humano de cualquier población.
Alcalinidad	Tendencia a liberar un par de electrones o a aceptar un protón de un donante. En soluciones acuosas, el pH es una medida de la alcalinidad, así, una solución alcalina es aquella en la cual la concentración de hidrógeno es menor que la del agua pura a la misma temperatura, y el pH es mayor que siete.
Calidad del agua	Término vinculado con aquellas características físicas, químicas y biológicas, por medio de las cuales puede determinarse si el agua es adecuada o no para el uso al que se le destina.
COGUANOR	Comisión guatemalteca de normas.

ERIS	Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria.
Grupo coliforme fecal	Se define como los bacilos, Gram Negativos, no esporulados que fermentan la lactosa con producción de ácido y de gas a $44\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0.1\text{ }^{\circ}\text{C}$ en menos de 24 horas. Características cuando se investigan por el método de los tubos múltiples de fermentación.
Grupo coliforme total	Comprende todas las bacterias en forma de bacilos, aeróbicos y anaeróbicos facultativos, Gram Negativos, no esporulados que fermentan la lactosa con producción de ácido y de gas a $35^{\circ}\text{C} \pm 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ en menos de 48 horas, características cuando se investigan por el método de los tubos múltiples de fermentación.
LMA	Límite máximo aceptable.
LMP	Límite máximo permisible.
UNT	Unidades nefelométricas de turbiedad.

RESUMEN

La evaluación bacteriológica, desinfectante y económica de tres sistemas de cloración; hipoclorito de calcio, hipoclorito de sodio y cloro gaseoso; se realizó en la municipalidad de Palín del departamento de Escuintla y en la municipalidad de Escuintla, ya que cuentan con diferente sistemas de sanitización de agua.

Para el análisis bacteriológico se compararon muestras de agua clorada, utilizando los tres sistemas, a las cuales se les realizaron pruebas microbiológicas y análisis presuntivo de cloro residual para ser considerada como agua potable según la norma COGUANOR NGO 29001:99. Las muestras se tomaron en los pozos y nacimientos antes de pasar por el proceso de cloración y luego de ser cloradas utilizando los tres sistemas anteriormente mencionados. Se tomaron seis muestras de agua luego de ser cloradas para el sistema de cloro gaseoso, y siete para los demás sistemas.

Los resultados obtenidos demuestran que el sistema de cloro gaseoso es el sistema de cloración con una eficiencia del 100 % para la potabilización del agua, ya sea proveniente de nacimiento o de pozo, seguido por el sistema de hipoclorito de calcio con una eficiencia del 14 % y, por último, por el sistema de hipoclorito de sodio con 0 %. Esto no indica que el cloro no tenga poder bactericida, ya que a pesar de que la eficiencia en la potabilización en los últimos dos sistemas mencionados es baja, sí se obtiene una disminución en la carga bacteriológica.

Se realizó un análisis económico para evaluar cuál de los tres sistemas, anteriormente mencionados, es el más económico por utilizar en un periodo de cuatro años, empleando tres caudales distintos; 75 gpm, 125 gpm y 300 gpm. Se tomó en cuenta únicamente el costo del equipo y los insumos necesarios para obtener agua potable con una concentración de 1mg/l de cloro. Para caudales menores a 125 gpm es más económico utilizar el sistema de hipoclorito de sodio y para sistemas mayores a 125 gpm es más económico utilizar el sistema cloro gaseoso.

OBJETIVOS

General

Evaluar el poder bactericida de tres sistemas de cloración de agua; cloro gaseoso, hipoclorito de sodio e hipoclorito de calcio

Específicos

1. Demostrar la capacidad desinfectante a través de una formación mayor del ácido hipocloroso en el agua al aplicar el sistema de cloro.
2. Determinar la eficiencia para la destrucción de bacterias de los sistemas en estudio.
3. Determinar la rentabilidad anual de los tres sistemas para toma de decisiones de instalación de los mismos.

INTRODUCCIÓN

La potabilidad del agua es un elemento importante para el desarrollo de cualquier país, ya que evita la transmisión de enfermedades que se encuentran en este recurso hídrico cuando no ha sido sanitizado. En Guatemala el noventa por ciento de la población rural no tienen abastecimiento de agua potable, lo que provoca que los niños tengan varios episodios de diarrea al año.

La cloración es el método más utilizado para la sanitización del agua, debido a su eficiencia, su bajo costo y porque es el único que está aceptado por la norma COGUANOR NGO 29 001, se puede realizar utilizando varios sistemas, los tres más utilizados en Guatemala son, cloro gaseoso, hipoclorito de sodio e hipoclorito de calcio. Todos son eficaces para la sanitización del agua, pero existen diferencias en los resultados microbiológicos al final de los procesos.

Es necesario evaluar el aspecto microbiológico obtenido luego de la sanitización del agua, utilizando los tres sistemas, para analizar cuál se adapta más a las necesidades requeridas al realizar una instalación. El aspecto económico es, si no el primero, uno de los factores más determinantes al tomar decisiones, por lo que es necesario realizar una comparación y determinar cuál será más rentable.

1. ANTECEDENTES

En 1850 el Dr. John Snow, realizó un sistema de cloración de agua en Londres, con el fin de combatir la epidemia causada por el virus del cólera. Este es uno de los primeros usos del cloro como desinfectante del agua. En 1881, el bacteriólogo alemán Robert Koch, demostró que efectivamente las bacterias podían ser destruidas por hipoclorito. Posteriormente, se empezó a utilizar el cloro como desinfectante con regularidad, en Bélgica, a principios del siglo XIX.

En Guatemala Jorge Alberto Portillo Vásquez, realizó la tesis titulada *Desarrollo de una propuesta para el sistema de cloro gaseoso, aplicado a la distribución de agua del tanque Labor de Castilla, de la empresa Abastesa, asesorada por la Inga. Mariamne Enoé Urritua Gramajo en la Universidad de San Carlos de Guatemala durante 2013.* Elia Melina Monroy García, ejecutó la investigación titulada *Diagnóstico de la calidad físicoquímica y microbiológica en agua de suministro potable para 6 aldeas y cabecera municipal en el municipio de San Vicente Pacaya, Escuintla conforme a la norma COGUANOR NGO 29001:99 en la Universidad de San Carlos de Guatemala durante 2012.* Francisco Josué Ramos Maldonado, realizó la tesis titulada *Análisis de la calidad del agua para consumo humano en el área urbana del puerto de San José, departamento de Escuintla, asesorada por el ingeniero Jaime Gatica García, en la Universidad de San Carlos de Guatemala en marzo de 2006.*

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Propiedades del agua

El agua es una sustancia que se encuentra en el ambiente natural, la cual se dice que ocupa dos terceras partes de la superficie del planeta tierra. Esta sustancia es indispensable para la vida humana, animal y vegetal. A pesar de que se cuenta con una cantidad significativa de agua, no toda esta agua es adecuada para el consumo humano. Únicamente el 2 % corresponde a agua dulce, la cual se encuentra en su mayoría en glaciares y nieves eternas, seguido por aguas subterráneas y, por último, en un porcentaje menor al 1 %, en forma de ríos y lagos. El 98 % restante es agua salada, la cual no es apta para el consumo humano sin que sea tratada previamente, los procesos de desalinización del agua son en su mayoría costosos por lo que el tratamiento de la misma es poco viable.

El agua, para consumo humano, debe tener las características sensoriales establecidas según la norma COGUANOR 29001, en la cual indica que esta debe poseer menor o igual a 35,0 unidades de color en la escala de platino-cobalto, debe tener un olor y sabor no rechazable y una cantidad menor o igual a 15,0 unidades nefelométricas de turbiedad (UNT). Adicionalmente, debe cumplir con las características químicas establecidas en la misma. Si el agua tiene estas características, no indica que sea apta para consumo humano, ya que también debe cumplir con los límites microbiológicos establecidos.

Antes de establecer un tratamiento adecuado para la potabilización del agua, se deben realizar análisis físicos, químicos y biológicos. En el aspecto

biológico, se cuentan con varios métodos que ayudan a que el agua esté libre de agentes patógenos y, por lo tanto, sea ideal para el consumo humano. Uno de los métodos más utilizados es la cloración, ya que el cloro es una sustancia efectiva para eliminar bacterias, es una sustancia económica al igual que la instalación de los equipos clorinadores. Asimismo, deja un testigo el cual es el cloro residual, que indica que el agua ya fue tratada.

2.2. Calidad del agua

La calidad del agua se mide según los parámetros de la norma COGUANOR 29001, esto con el fin de garantizar que este efluente tenga las propiedades necesarias para el consumo humano. Para garantizar este hecho, uno de los aspectos destacables es que el agua potable debe tener de 0,5 a 1 mg/l de cloro residual, lo cual indica que el cloro ya reaccionó y acabó con todos los microorganismos patógenos.

2.3. Cloración

La cloración es uno de los métodos más utilizados para la sanitización del agua debido a su poder bactericida, su bajo costo y su presencia residual que prevalecen en el sistema de agua, teniendo la capacidad de continuar con su efecto desinfectante. Para realizar la cloración existen varios sistemas, tres de los más comunes y utilizados en Guatemala son, cloro gaseoso, hipoclorito de calcio e hipoclorito de sodio, cada uno con sus ventajas y desventajas de manejo, económicas y poder bactericida. Cuando se agrega el cloro al sistema que se quiere purificar, se desarrolla una serie de procesos o combinaciones químicas; una cierta cantidad reacciona con materia orgánica y metales formando complejos químicos que no aportan a la sanitización del agua. A la

cantidad de cloro remanente luego de la formación de estos complejos se le denomina cloro residual.

2.4. Cloro residual

Cuando se realiza un análisis de la demanda de cloro que va a ser necesaria para el tratamiento de agua, ya sea de un pozo o un nacimiento, se mide el cloro residual en la parte más lejana a la red. Siempre que se realiza un tratamiento de cloración se tiene mayor presencia de cloro al inicio que al final, a lo cual se le llama demanda de cloro de un sistema, esta variación también depende del intervalo de tiempo en que se haga la medición al inicio y al final de la adición de cloro, llamado tiempo de contacto.

El cloro tiende a reaccionar, no solamente con el agua, sino que también con algunas sustancias como hierro, manganeso, amoníaco, sustancias protéicas, sulfuros y otras, lo cual mejora la calidad del agua, formando sales. El cloro residual puede encontrarse como una combinación del ión hipoclorito y ácido hipocloroso. El cloro residual total está comprendido por el cloro residual combinado y el cloro residual libre. Las normas que determinan los parámetros de agua potable, como COGUANOR NGO 29001:99 para Guatemala, establecen que este efluente debe contener de 0,5 a 1 mg/l de cloro residual, con el fin de garantizar la ausencia de bacterias y/o virus.

La pared celular de los microorganismos patógenos está cargada negativamente por lo que es más fácil ser penetrado por el ácido hipocloroso neutro que por el ion hipoclorito, el cual está cargado negativamente, esto explica porque el ácido hipocloroso tiene mayor poder bactericida.

2.4.1. Cloro residual combinado

Es el cloro residual que es resultado de la combinación de cloro con amonio (cloraminas), estos compuestos no representan una cantidad disponible para la sanitización.

2.4.2. Cloro residual libre

Es la cantidad de cloro disponible, después de efectuada la cloración en los tanques, para inactivar microorganismos causantes de enfermedades. Este se encuentra como ácido hipocloroso o como ion hipoclorito.

2.5. Determinación de cloro por dosificar en una red

La cantidad de cloro por dosificar en las redes de distribución debe ser equivalente a la demanda total de cloro, la cual está relacionada con la calidad química y microbiológica del agua. Esto debido a que el cloro, por ser un halógeno, tiene la facilidad de reaccionar con metales para formar sales solubles, debido a que los átomos de cloro contienen diecisiete electrones negativos. En el nivel exterior cuenta con siete electrones, tiene la capacidad de aceptar otro electrón, por lo que se puede causar una unión covalente o formar átomos libres con carga. Por lo tanto, el cloro va a reaccionar y crear uniones covalentes hasta que la calidad del agua se lo permita, por lo que al obtener cloro residual es un indicador de que el agua se encuentra desinfectada.

Para determinar la cantidad de cloro que se necesita dosificar en una red se deben realizar pruebas. Estas consisten en agregar cloro al inicio de la red y se mide, en el extremo más alejado de la misma, el cloro residual hasta obtener los resultados entre 0,5 a 1 mg/l.

2.6. pH

El pH es una de las características más importantes para la sanitización del agua, debido a que al utilizar cualquiera de los sistemas de cloración; hipoclorito de sodio, hipoclorito de calcio y cloro gaseoso, provocan un aumento o disminución de este parámetro. Idealmente para una sanitización eficiente se debe contar con un pH ácido. Al estar en contacto el compuesto de cloro con el agua se forman dos moléculas responsables de la sanitización, estas son el ion hipoclorito y el ácido hipocloroso, el último es hasta un 80 % más efectivo. Por lo tanto, al mantener un pH bajo, habrá mayor presencia de iones hidronios facilitando la formación del ácido hipocloroso.

2.7. Características microbiológicas

El agua para ser considerada potable debe cumplir con ciertas características microbiológicas establecidas en la Norma COGUANOR NGO 29001:99. Esta indica que al agua para consumo directo, al agua tratada que entra al sistema de distribución y al agua tratada en el sistema de distribución, no se les debe detectar coliformes totales y *E. coli* en 100 mL de agua. Esto con el fin de garantizar que el agua no contenga agentes patógenos.

2.7.1. Agentes patógenos

“Son todos aquellos seres vivos capaces de provocar enfermedad.”¹ Estos agentes se encuentran en aguas contaminadas provocando enfermedades a las personas que ingieren de estos efluentes. Por lo tanto, son necesarios microorganismos indicadores de contaminación, los más comunes son:

¹ CABRERIZO, Dulce María Andrés. *Ciencia para el mundo contemporáneo*, p.15.

2.7.2. Coliformes totales

Son bacterias aerobias o anaerobias, bacilos Gram negativo y bacilos no formadores de esporas. Indicadores de contaminación ya que la mayoría se desarrolla en el intestino de los humanos y de los animales de sangre caliente, pero también se encuentran en el ambiente. Donde la mayoría no son un peligro para la salud.

2.7.3. Coliformes fecales

Las coliformes fecales son un subgrupo dentro del grupo de coliformes totales. Son microorganismos que se encuentra en el intestino del ser humano y de los animales de sangre caliente. Existen varios tipos, algunos no pueden causar ningún daño a la salud, mientras que otros pueden causar consecuencias graves. En la norma COGUANOR NGO 29001:99 se establece que el agua para ser considerada potable. En los análisis microbiológicos, debe ser no detectable la presencia de coliformes fecales en 100 ml, para considerar el agua apta para el consumo humano.

2.7.4. Escherichia coli

Son microorganismos que se encuentran únicamente en el intestino del ser humano y/o en lo de los animales de sangre caliente, por lo tanto, al existir presencia, por mínima que sea, significa que lo que se está analizando tuvo una contaminación de heces fecales. En la norma COGUANOR NGO 29001:99 se establece que el agua para ser considerada potable, en los análisis microbiológicos, debe ser no detectable la presencia de *E. coli* en 100 ml, para considerar el agua apta para el consumo humano. Esta es la razón por la cual

es un buen indicador de la potabilidad del agua, ya que su presencia puede causar enfermedades al consumidor.

Existen cuatro tipos de *E. coli* Enterovirulentos:

2.7.4.1. *E. coli* enterotoxigénico (ETEC)

Este tipo de *E. coli* es el causante de la famosa diarrea del viajero, es común en los bebés. Esta se puede encontrar en agua o alimentos que hayan tenido contacto con aguas negras.

2.7.4.2. *E. coli* enteropatogénico (EPEC)

Este tipo de *E. coli* es el causante de diarrea acuosa, a veces con sangre, es muy común encontrarla. Este se transmite por medio de la ingestión de alimentos o agua.

2.7.4.3. *E. coli* enterohemorrágico (EHEC)

Este tipo de *E. coli* es el causante de diarrea con sangre, a veces puede dañar los riñones y el síndrome urémico hemolítico potencialmente fatal (SUH), la cepa más conocida es la *E. coli* O157:H7. También es transmitida por agua y alimentos contaminados.

2.7.4.4. *E. coli* enteroinvasivo (EIEC)

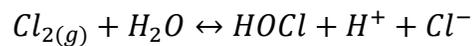
Este tipo de *E. coli* es causa de diarrea y fiebres, causando disentería. Es transmitida por medio de alimentos o agua contaminada.

2.8. Sistemas de cloración del agua

Existen varios sistemas de cloración de agua siendo algunos de los más comunes los siguientes:

2.8.1. Cloro gaseoso

El sistema de cloración, cloro gaseoso (Cl_2), es el único que se encuentra al 100 % de cloro. Al entrar en contacto con el agua ocurre la siguiente reacción:



Este sistema debido a sus características químicas, provoca una acidificación en el agua por tratar, creando así mayor número de moléculas de ácido hipocloroso ($HOCl$), que de ion hipoclorito (ClO^-), siendo esta la molécula de mayor poder bactericida, garantizando así una sanitización completa del agua.

Este sistema cuenta con un cilindro de almacenamiento de cloro gaseoso con capacidad de 150 lbs, una bomba de vacío, un eyector y una cabeza de cloración.

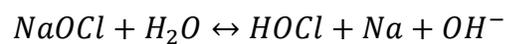
Figura 1. Sistema cloro gaseoso



Fuente: ¿Qué sistema de cloración debo elegir?. <http://www.r-chemical.com/que-clorador-debo-elegir/>. Consulta: 3 de mayo de 2015.

2.8.2. Hipoclorito de sodio

El sistema que utiliza hipoclorito de sodio, ($NaOCl$), el cual se encuentra en estado líquido, contiene únicamente una concentración del 6 % y un pH de aproximadamente 13. La baja concentración se debe a que es muy inestable. La reacción que se lleva a cabo es la siguiente:



Debido a que el pH que se obtiene es alcalino, tiene más probabilidad de la formación del ion hipoclorito, que del ácido hipocloroso, disminuyendo la efectividad de la sanitización del agua tratada.

Este sistema de cloración tiene como ventaja económica que el equipo que se utiliza para su aplicación es sencillo, cuenta únicamente con el tanque donde se almacena el hipoclorito de sodio, una bomba y un eyector.

Figura 2. **Sistema de hipoclorito de sodio**



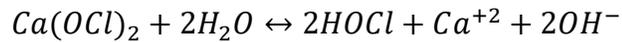
Fuente: Know Your Hypo Inside And Out Of The Tank.

http://www.forceflow.com/news/monitor_hypofeed.html. Consulta: 3 de mayo de 2015.

2.8.3. Hipoclorito de calcio

El sistema que utiliza hipoclorito de calcio ($Ca(ClO)_2$), el cual se encuentra en estado sólido, en forma de pastillas, contiene una concentración aproximada de 70 % de cloro. Es más estable que el hipoclorito de sodio. Al igual que este, el pH del agua tiende a un valor alto, provocando mayor formación del ion

hipoclorito. La reacción que ocurre al estar en contacto con el agua es la siguiente:



Debido a su fácil aplicación y a la concentración a la que se encuentra es el sistema de cloración más utilizado en los abastecimientos de agua. De igual forma que el hipoclorito de sodio, presenta una ventaja económica, ya que el equipo necesario para su aplicación no es muy costoso y es sencillo, únicamente cuenta con un tanque donde se encuentran las pastillas al cual ingresa agua, disuelve la pastilla y luego ingresa al efluente para realizar la sanitización.

Figura 3. **Sistema hipoclorito de calcio**



Fuente: Pulsar Calcium Hypochlorite Feeders.

<http://www.horizonpoolsupply.com/store/category-detail.php?intReso urcelD=5318>.

Consulta: 3 de mayo de 2015.

3. DISEÑO METODOLÓGICO

A continuación, se detalla la metodología por utilizar para la evaluación de los sistemas de cloración; hipoclorito de sodio, hipoclorito de calcio, cloro gaseoso.

3.1. Variables

Dentro de las variables independientes y dependientes y su importancia para este trabajo se tiene lo siguiente:

3.1.1. Variables independientes

Aquí se presentan las variables independientes, así como su importancia en el trabajo.

Tabla I. Variables independientes

Variable	Unidades	Importancia
Coliformes total	NMP/100cm ³	Indica que la sanitización del agua se haya realizado de una forma eficiente.
Coliformes fecal	NMP/100cm ³	Indica que el agua analizada no contenga bacterias proveniente del intestino de humanos o animales de sangre caliente, aunque también pueden existir en otros medios

Fuente: elaboración propia.

3.1.2. Variables dependientes

A continuación se presenta la lista de variables dependientes y su relación de importancia con el trabajo.

Tabla II. Variables dependientes

Variable	Símbolo	Unidad	Importancia
Concentración de cloro	C	mg/L	Se busca la concentración de cloro residual en el agua tratada en cada sistema
Flujo de agua	\dot{v}	L/s	Se necesita determinar el flujo de agua que pasa por los sistemas de cloración

Fuente: elaboración propia.

3.2. Delimitación del campo de estudio

El estudio será realizado en el área de tratamiento de agua de la municipalidad de Palín, Escuintla, para analizar el sistema de cloración; hipoclorito de sodio e hipoclorito de calcio, y en la municipalidad de Escuintla se analizará el sistema de cloro gaseoso. Se tomarán las muestras respectivas y se realizará el análisis microbiológico en el Laboratorio de Química y Microbiología Sanitaria de la Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos -ERIS- de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

3.3. Recurso humano disponible

La elaboración de esta investigación fue gracias al apoyo de los profesionales que se mencionan a continuación:

- Cindy Estefany Pérez Cano
- Investigador, estudiante de Ingeniería Química
- Ing. Qco. Edgar Armando Barillas Rodas
- Asesor

3.4. Recursos materiales disponibles

A continuación se detallaran los materiales, equipos y reactivos que se utilizaron durante el proceso experimental

3.4.1. Equipo

- Equipo
 - Sistema de cloración hipoclorito de sodio
 - Sistema de cloración hipoclorito de calcio
 - Sistema de cloración gaseosa

3.4.2. Materiales

- Agua clorada con hipoclorito de sodio
- Agua clorado con hipoclorito de calcio
- Agua clorada con cloro gaseoso
- Frascos esterilizados
- Alcohol etílico

- lb de cloro gaseoso
- Unidades de hipoclorito de calcio
- ml de hipoclorito de sodio

3.5. Técnica cualitativa o cuantitativa

El presente trabajo se desarrolló en un marco netamente cuantitativo. Esto debido a que se buscaba comparar la cantidad de contaminación microbiana que tendría el agua luego de realizarse la cloración con los tres sistemas respectivos, esto se realizará según la normativa COGUANOR 29001:99. Adicionalmente en el aspecto económico se compararon los tres sistemas de cloración en un periodo de cuatro años utilizando tres caudales diferentes de agua.

3.6. Recolección y ordenamiento de la información.

La recolección y ordenamiento de la información se siguió como se indica a continuación:

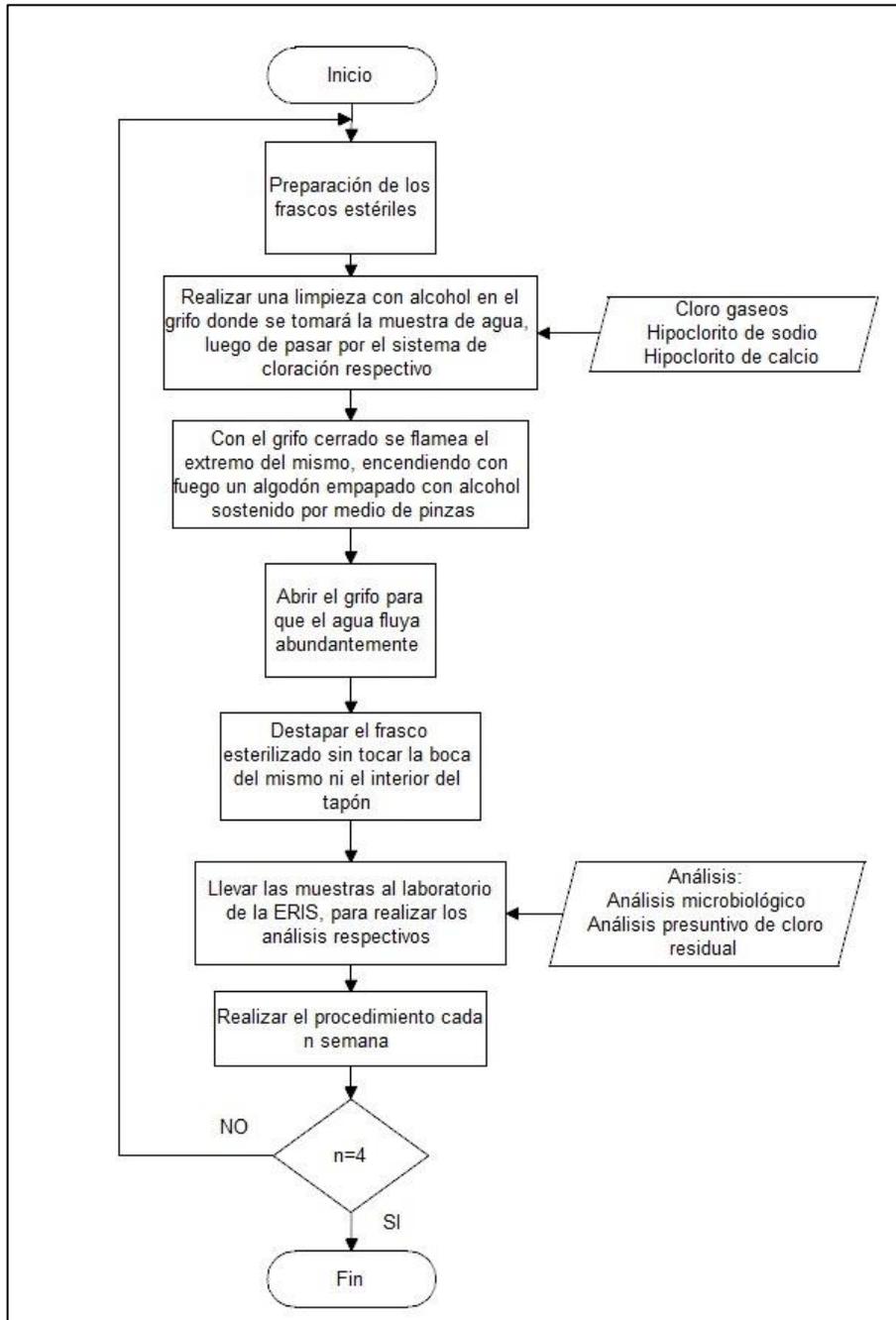
3.6.1. Ubicación de la recolección

La recolección de muestras se realizó en el municipio de Palín, departamento de Escuintla, Guatemala.

3.6.2. Proceso de recolección

Pasos que se realizaron para la toma de muestras de agua luego de ser clorada, por medio de los tres sistemas de cloración respectivos.

Figura 4. Procedimiento de recolección de datos



Fuente: elaboración propia.

3.7. Tabulación y ordenamiento de la información

La información obtenida es cuantitativa, ya que se basa en los datos obtenidos en los análisis microbiológicos. De igual forma, la información obtenida para el análisis económico comparativo de los tres sistemas de cloración es cuantitativa, ya que se basa en cotizaciones de costo de equipo y de reactivos.

Tabla III. **Recuento total de microorganismos para el agua clorada utilizando los tres sistemas**

	fecha de toma de muestra	Lugar de recolección de la muestra	Fuente de recolección	concentración de cloro residual (ppm)	coliformes totales/ (100 cm3)	coliformes fecales/(100 cm3)	Potable
nacimientos y pozos							
cloro gas							
Hipoclorito de calcio							
Hipoclorito de sodio							

Fuente: elaboración propia.

3.8. Plan de análisis de resultados

Se realizó tomando como base los siguientes parámetros:

3.8.1. Métodos y modelos de los datos según tipo de variable

Los métodos y modelos de datos utilizados para la comparación de la eficiencia bacteriológica y económica de los tres sistemas de cloración, fueron las siguientes:

3.8.1.1. Métodos y modelos para la comparación de la eficiencia bacteriológica de los tres sistemas de cloración

Las muestras de agua recolectadas, después de pasar por los diferentes sistemas de cloración, fueron enviadas al laboratorio para obtener la cantidad de coliformes totales y fecales que contenía la muestra, esto con el fin de determinar la potabilidad de la misma. La eficiencia de los sistemas de cloración se basó en una comparación del cumplimiento de los límites microbiológicos establecidos por la Norma COGUANOR NGO 29001:99.

Eficiencia

$$e = \frac{d_o}{d_e} * 100$$

[Ecuación 1, ref. 10]

Donde:

d_o = dato obtenido. (cantidad de muestras que cumplen con el parámetros establecidos por la Norma COGUANOR 29001:99)

d_e = dato esperado. (cantidad de muestras totales)

3.8.1.2. Métodos y modelos obtenidos para la comparación económica de los tres sistemas de cloración

Gramos de cloro necesarios para un caudal en específico a una concentración de 1 mg/l de cloro

$$\frac{g \text{ de cloro}}{\text{día}} = Q \left(\frac{gal}{min} \right) * \frac{3,785 l}{gal} * \frac{60 min}{1 h} * t_f \left(\frac{18h}{1 \text{ día}} \right) * C_{cl} \left(\frac{1 mg \text{ cloro}}{1 l \text{ de agua}} \right) * \frac{1 g}{1000 mg}$$

[Ecuación 2]

Donde:

Q = Caudal (gpm)

t_f = tiempo de funcionamiento. (h/día)

C_{cl} = Concentración de cloro

Consumo de cloro gaseoso necesario para un caudal en específico

$$\frac{g \text{ de cloro gas}}{\text{día}} = \frac{g \text{ de cloro}}{\text{día}} * \frac{1}{\%_{cl}}$$

[Ecuación 3]

Donde

$\%_{cl}$ =Porcentaje de cloro

Consumo de hipoclorito de calcio para un caudal en específico

$$\frac{g \text{ de hipoclorito de calcio}}{\text{día}} = \frac{g \text{ de cloro}}{\text{día}} * \frac{100 g \text{ de hipoclorito de calcio}}{70g \text{ cloro}}$$

[Ecuación 4]

Consumo de hipoclorito de sodio para un caudal en específico

$$\begin{aligned} & \frac{\textit{g de hipoclorito de sodio}}{\textit{día}} \\ &= \frac{\textit{g de cloro}}{\textit{día}} * \frac{\textit{1 l de solución}}{\textit{69 g de cloro}} * \frac{\textit{1000 ml de solución}}{\textit{1 l de solución}} \\ & * \frac{\textit{1 g de solución}}{\textit{1 ml de solución}} \end{aligned}$$

[Ecuación 5]

Costo por gramo de cloro gaseoso

$$\frac{Q}{\textit{1 g de cloro gas}} = \frac{C_i(Q)}{\textit{cilindro de 50 lb}} * \frac{\textit{1 lb}}{\textit{454 g}}$$

[Ecuación 6]

Donde

C_i =Costo de insumo (Q)

Costo por gramo de hipoclorito de calcio

$$\frac{Q}{\textit{1 g de hipoclorito de calcio}} = \frac{C_i(Q)}{\textit{1 pastilla}} * \frac{\textit{1 pastilla}}{\textit{200 g}}$$

[Ecuación 7]

Costo por gramo de hipoclorito de sodio

$$\frac{Q}{\textit{1 g de hipoclorito de sodio}} = \frac{C_i(Q)}{\textit{1 tonel}} * \frac{\textit{1 tonel}}{\textit{50 gal}} * \frac{\textit{1 gal}}{\textit{3,785 l}} * \frac{\textit{1 l de solución}}{\textit{1 000 ml}} * \frac{\textit{1 ml}}{\textit{1 g}}$$

[Ecuación 8]

Consumo monetario en un periodo de cuatro años

$$\frac{\text{costo } (Q)}{4 \text{ años}} = C_{\text{equipo}}(Q) + \left(\frac{G_i (g)}{\text{día}} * \frac{C_i (Q)}{\text{Insumo } (g)} * \frac{365 \text{ día}}{1 \text{ año}} * 4 \text{ años} \right)$$

[Ecuación 9]

Donde

G_i =Gasto de insumo (g)

3.8.2. Programas por utilizar para análisis de datos

Debido a que el análisis de datos únicamente es estadístico, se utilizó el programa de Office Excel para realizarlos.

4. RESULTADOS

4.1. Análisis microbiológico

Los resultados obtenidos a través de los análisis de la calidad del agua realizados en el municipio de Palín, departamento de Escuintla, en los diferentes sitios de muestreo se muestran a continuación.

Tabla IV. **Resultados de la potabilidad del agua en diferentes sitios de muestreo**

	Fecha de toma de muestra	Lugar de recolección de la muestra	Fuente de recolección	concentración de cloro residual (mg/l)	coliformes totales/ (100 cm ³)	coliformes fecales/(100 cm ³)	Apta para consumo
nacimientos y pozos	24/01/2016	Villa Laura		0	<1,8	<1,8	Si
	24/01/2016	Las Victorias		0	<1,8	<1,8	Si
	24/01/2016	El Amatillo		0	>1 600	350	No
	24/01/2016	Barretal		0	>1 600	540	No
	24/01/2016	El Amatillo		0	>1 600	>1 600	No
cloro gaseoso	24/01/2016	Villa Laura	Nacimiento El Amatillo	0.8	<1,8	<1,8	Si
	07/02/2016	El Amatillo	Nacimiento El Amatillo	0.5	<1,8	<1,8	Si
	07/02/2016	El Amatillo	Nacimiento El Amatillo	1	<1,8	<1,8	Si
	15/05/2016	Villa Laura (tanque)	Nacimiento El Amatillo	0.6	<1.8	<1.8	Si
	15/05/2016	Villa Laura	Pozo Villa Laura	0,7	<1,8	<1,8	Si
	15/05/2016	Villa Laura	Nacimiento El Amatillo	0,8	<1,8	<1,8	si

Continuación de la tabla IV

Hipoclorito de calcio	24/01/2016	Col. Las Victorias	Nacimiento El Amatillo	1	22	<1,8	no
	07/02/2016	Villa Laura (tanque)	Pozo Villa Laura	0,7	13	<1,8	no
	07/02/2016	Villa Laura (casa)	Nacimiento El Amatillo	0,5	3,6	<1,8	no
	07/02/2016	San Martín (casa)	Pozo Las Victorias	0,5	<1,8	<1,8	si
	29/05/2016	Villa Laura (tanque)	Pozo Villa Laura	0,7	13	7,8	no
	29/05/2016	3 calle 0-34, zona 1	Nacimiento El Barretal	0,7	49	9,3	no
	29/05/2016	Villa Laura	Nacimiento El Amatillo	0,6	49	9,3	no
Hipoclorito de sodio	07/02/2016	San Martín	Nacimiento El Barretal	0,5	14	<1,8	no
	29/05/2016	1a. Av 5-31, zona 1	Nacimiento El Amatillo	0,7	>1 600	24	no
	29/05/2016	1a. Av 4-22, zona 3	Nacimiento El Barretal	0,8	>1 600	>1 600	no
	29/05/2016	4a. Calle 0-22, zona 3	Nacimiento El Barretal	0,5	>1 600	>1 600	no
	15/08/2016	4a. Calle 0-22, zona 3	Nacimiento El Amatillo	0,6	1 600	12	no
	15/08/2016	1a. Avenida 2-04, zona 1	Nacimiento El Barretal	0,8	920	<1,8	no
	15/08/2016	casa 5, sector 2 Las Victorias	Pozo particular	0,5	23	<1,8	No

Fuente: elaboración propia, según datos de las figuras de los anexos.

Tabla V. **Eficiencia de los diferentes sistemas de cloración para realizar la potabilización del agua**

Eficiencia de los sistemas de cloración para que el agua sea potable según Norma COGUANOR 29001:99	
cloro gaseoso	100 %
hipoclorito de calcio	14 %
hipoclorito de sodio	0 %

Fuente: elaboración propia, según la ecuación 1.

Tabla VI. **Eficiencia de los diferentes sistemas de cloración para realizar la reducción de coliformes totales para que cumplan con el parámetro de potabilidad**

Eficiencia en reducción de coliformes totales para hacerla potable según Norma COGUANOR 29001:99	
cloro gaseoso	100 %
hipoclorito de calcio	14 %
hipoclorito de sodio	0 %

Fuente: elaboración propia, según la ecuación 1.

Tabla VII. **Eficiencia de los diferentes sistemas de cloración para realizar la reducción de coliformes fecales para que cumplan con el parámetro de potabilidad**

Eficiencia en reducción de coliformes fecales para hacerla potable según Norma COGUANOR 29001:99	
cloro gaseoso	100 %
hipoclorito de calcio	57 %
hipoclorito de sodio	43 %

Fuente: elaboración propia, según la ecuación 1.

Tabla VIII. **Eficiencia para la potabilización de agua proveniente de pozos con agua inicialmente potable**

Eficiencia para potabilizar agua de pozo	
cloro gaseoso	100 %
hipoclorito de calcio	14 %
hipoclorito de sodio	0 %

Fuente: elaboración propia, según la ecuación 1.

Tabla IX. **Eficiencia para la potabilización de agua proveniente de nacimientos**

Eficiencia para potabilizar agua de nacimiento	
cloro gaseoso	100 %
hipoclorito de calcio	0 %
hipoclorito de sodio	0 %

Fuente: elaboración propia, según la ecuación 1.

4.2. Análisis económico

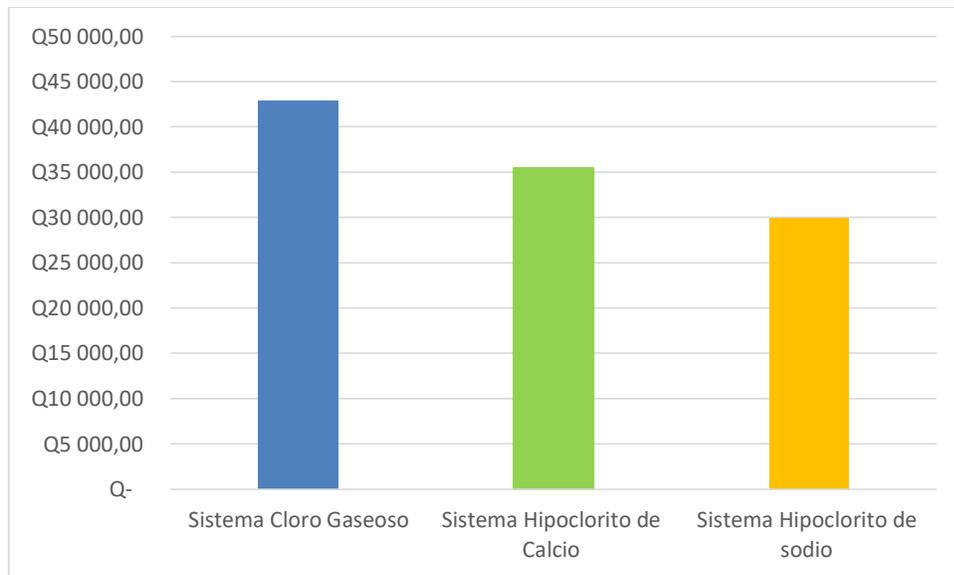
Comparación de costos de equipo e insumos utilizados para tres caudales, a una concentración de cloro de 1mg/l, para tres sistemas de cloración (cloro gaseoso, hipoclorito de calcio e hipoclorito de sodio), para un periodo de cuatro años.

Tabla X. **Costo de equipos más insumos para los tres sistemas de cloración en un periodo de cuatro años**

Costo de equipo más insumos durante un periodo de cuatro años			
Caudal (gpm)	Sistema cloro gaseoso	Sistema hipoclorito de calcio	Sistema hipoclorito de sodio
125	Q 48 145,79	Q 56 787,39	Q 48 204,35
285	Q 64 972,40	Q 124 995,26	Q 106 705,91
425	Q 79 695,68	Q 184 677,14	Q 157 894,78

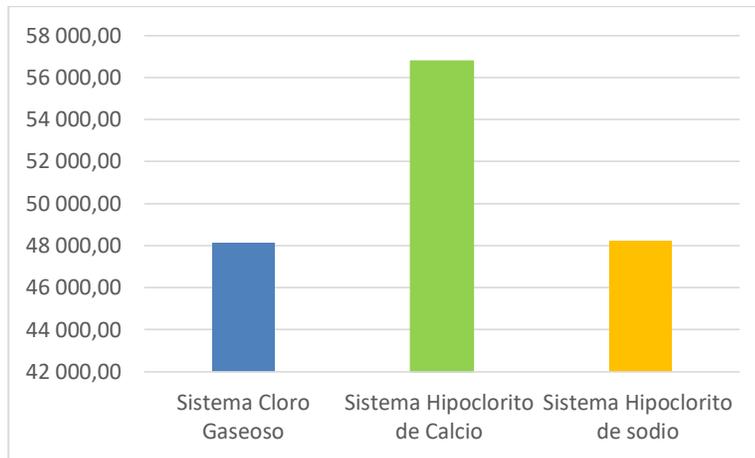
Fuente: elaboración propia, según ecuaciones 4 – 11.

Figura 5. **Comparativa económica para el funcionamiento de los tres sistemas de cloración durante un periodo de cuatro años con un caudal de 75 gpm**



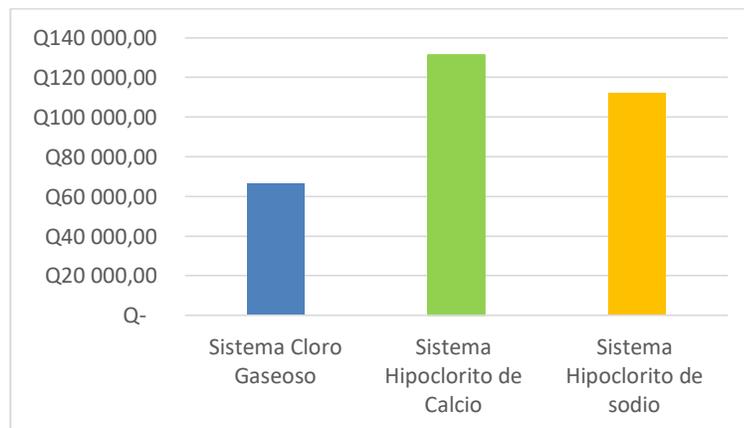
Fuente: elaboración propia, con base en la tabla X.

Figura 6. **Comparativa económica para el funcionamiento de los tres sistemas de cloración durante un periodo de cuatro años con un caudal de 125 gpm**



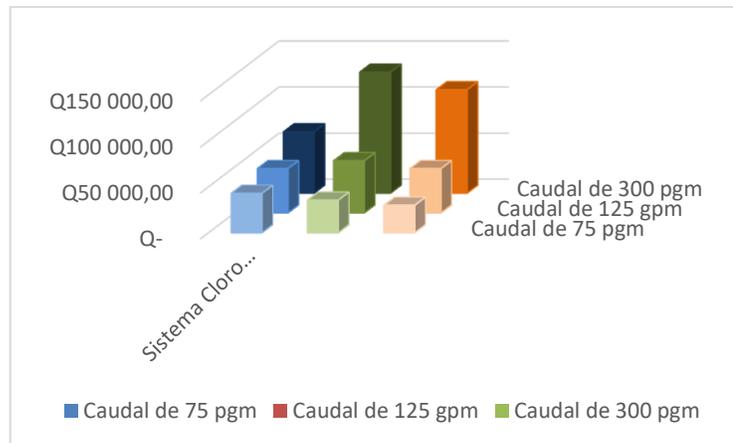
Fuente: elaboración propia, con base en la tabla X.

Figura 7. **Comparativa económica para el funcionamiento de los tres sistemas de cloración durante un periodo de cuatro años con un caudal de 300 gpm**



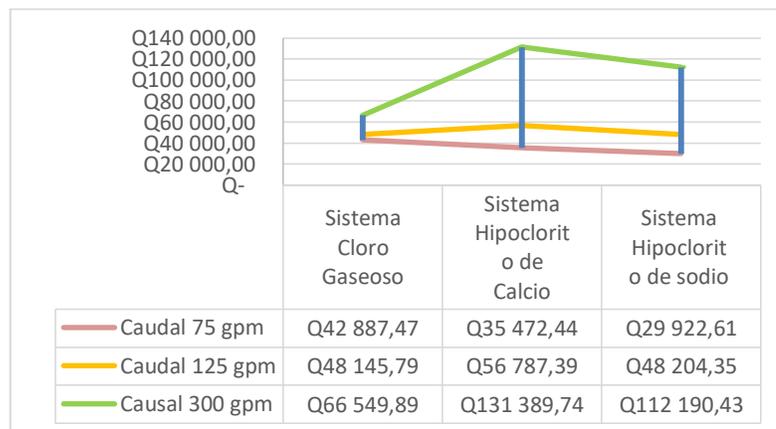
Fuente: elaboración propia, con base en la tabla X.

Figura 8. **Comparativa económica para el funcionamiento de los tres sistemas de cloración durante un periodo de cuatro años, con tres diferentes caudales (gráfica de columnas)**



Fuente: elaboración propia, con base en la tabla X.

Figura 9. **Comparativa económica para el funcionamiento de los tres sistemas de cloración durante un periodo de cuatro años, con tres diferentes caudales (gráfica de cotizaciones)**



Fuente: elaboración propia, con base en la tabla X.

5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. Eficiencia de los sistemas de cloración del agua para la potabilización de la misma

Se analizaron tres sistemas de cloración de agua para la potabilización de la misma en los que se incluyó el sistema de cloro gaseoso, hipoclorito de sodio e hipoclorito de calcio, obteniendo los siguientes resultados.

5.1.1. Cloro gaseoso

Al utilizar el sistema de cloro gaseoso para la potabilización de agua, se obtuvo como resultado que todas las muestras tratadas cumplían con los parámetros establecidos por la Norma COGUANOR NGO 29001:99, como lo muestra la tabla IV.

La eficiencia del sistema de cloro gaseoso para potabilizar el agua es de 100 %, lo cual se ve reflejado en la tabla V. Indicando que tiene 100 % de efectividad para la reducción de coliformes totales e igualmente para la reducción de coliformes fecales según la tabla VI y VII, respectivamente.

Se realizó el análisis de potabilidad para agua proveniente de pozos y de nacimientos, siendo el agua de pozos la que se encuentra inicialmente potable. Por el contrario el agua de los nacimientos presenta una alta carga microbiológica, como lo indica la tabla IV. Al tratar el agua de estas dos fuentes se obtuvo una eficiencia del 100 % en ambos casos, como lo establecen las tablas X y XI.

5.1.2. Hipoclorito de calcio

Al utilizar hipoclorito de calcio para la potabilización de agua, se reduce la carga microbiana del agua, sin embargo, no en todos los casos logra la completa sanitización de la misma, como lo indica la tabla IV. Por lo que la facilidad con la que se forman iones hipoclorito desfavorece a la sanitización completa del agua.

La eficiencia de este sistema para potabilizar el agua es de un 14 %, lo cual es un valor bajo para la importancia que esto representa para la salud de las personas que habitan en el territorio. Este sistema tiene una eficiencia de reducción de coliformes totales de un 14 % y una eficiencia para reducción de coliformes fecales de un 57 %, para hacerla potable.

Para el agua proveniente de los nacimientos, se pueden comparar los valores iniciales de carga microbiana, observándose una reducción significativa desde un valor $>1\ 600$ coliformes totales/100 cm^3 a un valor no mayor a 50 coliformes totales/100 cm^3 . En el caso de las coliformes fecales, se tiene una reducción desde $>1\ 600$ coliformes totales/100 cm^3 a un valor no mayor a 10 coliformes totales/100 cm^3 . Por lo tanto, el sistema de cloración utilizando hipoclorito de calcio es efectivo para la reducción de bacterias, pero no realiza una potabilización del agua. La eficiencia de potabilización de este sistema para agua proveniente de nacimientos es de 0 %, como lo indica la tabla IX.

Para la potabilización del agua proveniente pozos el hipoclorito de calcio tiene una eficiencia de un 14 %. Lo que indica que el agua se contamina durante su recorrido por la red municipal a pesar de que se encuentra clorada, ya que inicialmente el agua en el pozo cumple con los límites microbiológicos del agua para considerarla potable.

5.1.3. Hipoclorito de sodio

Al utilizar el sistema de hipoclorito de sodio se obtiene una reducción, en alguno de los casos, de la carga microbiológica del agua por potabilizar, esta reducción es aún menor a la que realiza el hipoclorito de calcio, lo cual está indicado en la tabla VI.

La eficiencia de potabilización del agua tratada con hipoclorito de sodio es de un 0 %, como indica la tabla VII. De igual forma tiene una eficiencia de un 0 % y 43 % para reducir la carga microbiológica de coliformes totales y coliformes fecales, respectivamente, para considerar al agua potable. En ninguna de las pruebas realizadas el hipoclorito de sodio fue capaz de potabilizar el agua, ya sea en pozos o en nacimientos, sin embargo, logró disminuir la carga microbiológica. La reducción de la carga microbiológica no garantiza que el agua que llegue a los consumidores sea apta para su consumo, aunque se debe considerar que, sí disminuye la carga microbiológica, en la mayoría de los casos, de forma significativa.

5.2. Comparación económica para los tres sistemas de cloración del agua para que sea apta para consumo humano

Tomando como base los caudales de 75 gpm, 125 gpm y 300 gpm, con el fin de comparar el comportamiento del costo conforme aumenta la cantidad de insumos requeridos, lo cual queda desglosado en la tabla XI. Como se puede apreciar en esta tabla, el costo del equipo para el sistema de cloro gaseoso es diez veces mayor que la del sistema de hipoclorito de calcio y catorce veces mayor que para el sistema hipoclorito de sodio. En esta tabla también se puede apreciar las concentraciones a las cuales se venden estos insumos, siendo el que viene con mayor concentración, a un 100 %, el de cloro gaseoso, seguido

por el hipoclorito de calcio al 70 % y, por último, el hipoclorito de sodio al 6 %. Las concentraciones son muy variables de un sistema a otro.

Se tomó en cuenta la demanda de cloro necesaria para que el agua tuviera una concentración de 1 mg/L para ser considerada apta para consumo humano. De igual forma esto se realizó con base a tres caudales distintos. Estos resultados indican cuál de los tres sistemas es el ideal para colocar de acuerdo con la cantidad de caudal que se tenga disponible en el sistema por clorar. En la tabla X se muestra el costo total de los tres sistemas utilizando tres caudales, mencionados anteriormente, como base.

5.2.1. Comparación económica para caudales de 75 gpm

Para caudales de 75 gpm, se comparó el costo del equipo e insumos utilizados para un periodo de cuatro años, utilizando los tres sistemas de cloración. Como resultado se obtiene que el sistema más económico es el de hipoclorito de sodio con un costo de Q 29 922,61, seguido por el sistema de hipoclorito de calcio con un costo de Q 35 472,44 y, por último, el sistema de cloro gaseoso con un costo de Q 42 887,47, como lo indica la figura 9.

Con esta comparación se puede observar que los insumos de cloro gaseoso presentan un ahorro significativo, ya que al inicio este sistema era catorce veces más caro que el sistema de hipoclorito de sodio, pero conforme se utilizan los insumos se reduce a únicamente 0,43 veces mayor.

El sistema de hipoclorito de sodio, a pesar de que muestra un ahorro económico significativo, tiene una eficiencia del 0 % para la potabilización del agua, lo cual indica que no cumple con su función principal. El sistema de hipoclorito de calcio es el segundo más económico, pero cuenta con una

eficiencia para potabilización del agua del 14 %, lo cual es un valor bajo. A pesar de que el sistema de cloro gaseoso es el que presenta menor ahorro, en comparación con los otros sistemas, para caudales de 75 gpm, tiene una eficiencia de potabilización de agua del 100 %.

5.2.2. Comparación económica para caudales de 125 gpm

El costo de los equipos e insumos de los tres sistemas de cloración utilizan un caudal de 125 gpm, se encuentra detallado en la tabla. Se realizó a este caudal, ya que es en el que el sistema de cloro gaseoso y el sistema de hipoclorito de sodio no presentan diferencia de costos significativos, tienen un costo de Q 48 145,79 y Q 48 204,35 respectivamente. Siendo el hipoclorito de calcio el que tiene un costo mayor de Q 56 787,39.

5.2.3. Comparación económica para caudales de 300 gpm

El costo de los equipos e insumos de los tres sistemas de cloración utilizando un caudal de 300 gpm está indicado en la figura 7. El sistema de cloro gaseoso es el que presenta un costo menor de Q 66 549,89, seguido por el sistema de hipoclorito de sodio con un costo de Q 112 190,43, por último hipoclorito de calcio, con un costo de Q 131,389.74.

El aumento en el costo de insumos más el costo del equipo con base al caudal, tienen diferente comportamiento de acuerdo con el sistema utilizado, como se puede observar en la figura 8 y 9. Se muestra que a pesar de que el sistema de cloro gaseoso tiene una inversión muy por encima de los otros dos sistemas, el gasto de los insumos es menor, por lo que al aumentar el caudal, el aumento en el costo es menor que en los sistemas hipoclorito de sodio e hipoclorito de calcio. De ahí que, a caudales mayores de 125 gpm, es más

económico utilizar cloro gaseoso. A caudales menores de 125 es más económico utilizar hipoclorito de sodio. En el caso del sistema de hipoclorito de calcio, este presenta costos similares, aunque mayores, al sistema de hipoclorito de sodio para los tres caudales en mención. Se debe considerar que el único sistema que tiene una eficiencia del 100 % para la potabilización de agua es el sistema de cloro gaseoso.

CONCLUSIONES

1. Al tratar el agua con cloro gaseoso se tiene una disminución de pH, favoreciendo a la formación de ácido hipocloroso y una menor formación de iones hipoclorito. Por el contrario, el agua tratada con hipoclorito de calcio y de sodio aumenta el pH, por lo que la formación de ácido hipocloroso es menor. El ácido hipocloroso tiene mayor poder bactericida que el ion hipoclorito, por ello al tratar el agua con cloro gaseoso se garantiza una mejor sanitización que con los otros dos sistemas. El cloro gaseoso es el único sistema en tener una eficiencia de sanitización de agua para hacerla potable en un 100 %.
2. Comparando los tres sistemas de cloración; cloro gaseoso, hipoclorito de calcio e hipoclorito de sodio, se tiene que, teóricamente el cloro gaseoso, debido a que provoca una disminución de pH al agua por tratar, forma mayor cantidad de ácido hipocloroso. Lo cual se ve reflejado en la eficiencia bactericida de los sistemas de cloración, ya que el que utiliza cloro gaseoso tiene una eficiencia del 100 %, seguido por el que utiliza hipoclorito de calcio con un 14 % y finalmente el que utiliza hipoclorito de sodio de un 0 %.
3. En el análisis económico realizado, únicamente se tomó en cuenta la inversión inicial y el costo económico de los insumos requeridos en el transcurso de un periodo de cuatro años, de los tres sistemas de cloración; cloro gaseoso, hipoclorito de sodio e hipoclorito de calcio. Se obtuvo que para caudales menores a 125 gpm es recomendable utilizar el sistema de hipoclorito de sodio, para caudales mayores a este es

recomendable utilizar el sistema cloro gaseoso, ya que económicamente presentan un menor costo.

RECOMENDACIONES

1. Para obtener agua ideal para consumo humano, que cumpla con la COGUANOR NGO 29001:99, en el aspecto bacteriológico, es ideal el uso del sistema de cloro gaseoso, ya que tiene una eficiencia del 100 %.
2. A pesar de que en el análisis económico el sistema de hipoclorito de sodio es el más económico para caudales menores de 125 gpm, no compensa la falta de eficiencia bacteriológica mostrada por el mismo, por lo que si se desea obtener agua potable es recomendable utilizar el sistema de cloro gaseoso, ya que tiene una eficiencia del 100 % para obtener agua potable. Esto debido a la importancia de que a las comunidades llegue agua apta para el consumo y, de esta forma, evitar enfermedades.
3. Para futuras ampliaciones del sistema municipal de agua potable, se debe buscar la perforación de pozos, con un mínimo de 300 pies de profundidad, como lo demuestran los resultados microbiológicos del agua provenientes de los mismos, en los cuales se evidencia que el agua es potable sin la necesidad de aplicar ningún agente desinfectante.
4. Con base a los resultados microbiológicos se debe trasladar los sistemas de hipoclorito de calcio e hipoclorito de sodio a sistemas de cloro gaseoso, debido a la eficiencia mostrada por el mismo.

BIBLIOGRAFÍA

1. APELLA, María C; ARAUJO, Paula Z. *Microbiología del agua. Conceptos básicos*. [En línea] Centro de Referencia para Lactobacilos y Universidad Nacional de Tucumán. Chacabuco 145, San Miguel de Tucumán, Tucumán CP 4000 Argentina; Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas; Unidad de Actividad Química, Disponible en web: <https://www.psa.es/webesp/projects/solarsafewater/documents/libro/02_Capitulo_02.pdf> [Consulta: 03 de mayo de 2015]
2. CABRERIZO, Dulce María. *Ciencias para el mundo contemporáneo*. s.l.Editorial Editex. 2008. pp. 336
3. CHRISTMAN, Keith A. *Cloración*. [En línea]. Consejo de Química del Cloro. Arlington, VA, EUA. Disponible en web: <<http://www.chlorineservices.com/cloracion.htm>> [Consulta: 03 de mayo de 2015]
4. *Guías para la calidad del agua potable*. Organización Panamericana de la Salud. Volumen 3, 1988.
5. HERNÁNDEZ-CHAVARRÍA, Javier. *Fundamentos de epidemiología: el arte detectivesco de la investigación epidemiológica*. s.l. Editor La Editorial Universidad Estatal a distancia. 2002.

6. LAZCANO C. A. *Fallas y problemas de la desinfección urbana*. Lima, Perú, s.e. 85 p.
7. MONROY GARCÍA, Elia Melina. *Diagnóstico de la calidad físicoquímica y microbiológica en agua de suministro potable para 6 aldeas y cabecera municipal en el municipio de San Vicente Pacaya, Escuintla conforme a la norma COGUANOR NGO 29001:99*. Tesis de Maestría de Gestión de la Calidad con Especialidad en Inocuidad de Alimentos. Guatemala, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala. 2012. 138 p.
8. PORTILLO VÁSQUEZ, Jorge Alberto. *Desarrollo de una propuesta para el sistema de desinfección de cloro gas, aplicado a la distribución de agua del tanque labor de castilla, de la empresa Abastesa*. Tesis de Ing. Mecánica Industrial. Guatemala, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala. 2013. 145 p.
9. RAMOS MALDONADO, Francisco Josué. *Análisis de la calidad del agua para consumo humano en el área urbana del puerto de San José, departamento de escuintla*. Tesis de Ing. Química. Guatemala, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala. 2006. 110. p
10. WALPOLE, Ronald E. MYERS, Raymond H. MYERS, Sharon L., YE Keying. *Probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias*. 8ª.ed. s.l. Editor Pearson Educación. 2007.

APÉNDICES

Apéndice 1. Esquema de requisitos académicos

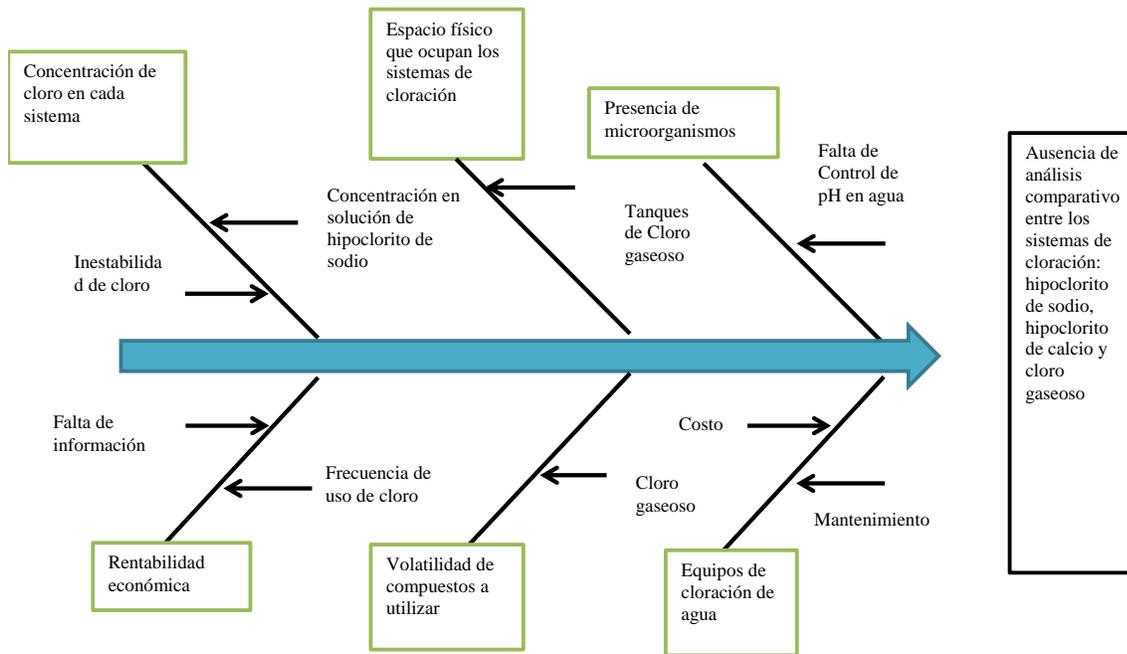
Tabla de requisitos académicos, a continuación se detallan los cursos de la carrera de Ingeniería Química que son utilizados para la temática de investigación.

CARRERA	CAMPOS DE CONOCIMIENTO	DISCIPLINAS	SUBDISCIPLINA	TEMA GENÉRICO	TÍTULO
Licenciatura en Ingeniería Química	Ingeniería Tecnología	*Química *Fisicoquímica *Operaciones Unitarias *Ingeniería Económica	*Análisis Cuantitativo *Análisis Cualitativo *Microbiología *Fisicoquímica *Transferencia de masa *Ingeniería económica	Cloración del agua	EVALUACIÓN BACTEREOLÓGICA, DESINFECTANTE Y ECONÓMICA DE LOS SISTEMAS HIPOCLORITO DE SODIO, HIPOCLORITO DE CALCIO Y CLORO GASEOSO.



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2. Diagrama Ishikawa



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 3. Costo de equipo e insumos en Guatemala año 2017

	COLOR GASEOSO	HIPOCLORITO DE CALCIO	HIPOCLORITO DE SODIO
EQUIPO	Q 35 000	Q 3 500	Q 2 500
COSTO UNITARIO DE INSUMOS	Q1 200/cilindro de 150 lb	Q 10/pastilla de 200g	Q800/1 tonel de 50 gal
CONCENTRACIONES DE CLORO	100 %	70 %	6 %

Fuente: Costos del mercado en Guatemala para el año 2017, datos recopilados por el Ing. Químico Armando Barillas asesor de esta tesis.

Apéndice 4. Datos utilizados para la comparación económica de los tres sistemas de cloración

DATOS UTILIZADOS	
Conversión volumen	3,785 l = 1 gal
Conversión volumen	1 l = 1 000 ml
Densidad del agua a 4 °C	1 g/1 ml
Conversión tiempo	1 min = 60 s
Conversión tiempo de utilidad diario	18 h = 1 día
Conversión masa	1 g = 1 000 mg
Conversión masa	1 lb = 454 g
Concentración de cloro	1mg/l de solución
Gramos de hipoclorito de sodio en un litro de solución al 6% (teórico)	69g de cloro/l de solución

Fuente: Referencia WALPOLE, Ronald E. MYERS, Raymond H. MYERS, Sharon L., YE Keying. Probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias. Pág. 207.

Apéndice 5. Consumo de gramos de cloro al día para diferentes caudales

Caudal (gpm)	Gramos de cloro al día
75	306,585
125	510,975
300	1 226,34

Fuente: elaboración propia, con base en la ecuación 2.

Apéndice 6. Consumo de insumos según los diferentes sistemas de cloración al día

Consumo de insumos según los diferentes sistemas al día			
Caudal (gpm)	Cloro gaseoso (g)	Hipoclorito de calcio (g)	Hipoclorito de sodio (g)
75	306,585	437,98	4 443,26
125	510,975	729,96	7 405,43
300	1 226,34	1 751,91	17 773,04

Fuente: elaboración propia, con base en la ecuación 3, 4 y 5.

Apéndice 7. Costo por gramo de insumo para los tres sistemas de cloración

costo por g de insumos		
Cloro gaseoso (Q)	Hipoclorito de calcio (Q)	Hipoclorito de sodio (Q)
Q 0,0176	Q 0,0500	Q 0,0042

Fuente: elaboración propia, con base en la ecuación 6, 7 y 8.

Apéndice 8. Costo de insumos de los tres sistemas de cloración, durante un periodo de cuatro años

Consumo monetario de insumos en 4 años de insumos			
Caudal (gpm)	Cloro gaseoso	Hipoclorito de calcio	Hipoclorito de sodio
75	Q 7 887,47	Q 31 972,44	Q 27 422,61
125	Q 13 145,79	Q 53 287,39	Q 45 704,35
300	Q 1 549,89	Q 127 889,74	Q 109 690,43

Fuente: elaboración propia, con base en la ecuación 9.

Apéndice 9. Costo de insumos y equipo de los tres sistemas de cloración, durante un periodo de cuatro años

Costo de equipo más insumos durante un periodo de 4 años			
Caudal (gpm)	Sistema Cloro Gaseoso	Sistema Hipoclorito de Calcio	Sistema Hipoclorito de sodio
75	Q 42 887,47	Q 35 472,44	Q 29 922,61
125	Q 48 145,79	Q 56 787,39	Q 48 204,35
300	Q 66 549,89	Q 131 389,74	Q 112 190,43

Fuente: elaboración propia, con base en la ecuación 9.

ANEXOS

Resultados de los análisis microbiológicos realizados a las muestras de agua en el municipio de Palín, Escuintla.

Anexo 1. Resultado microbiológico pozo de Villa Laura, agua sin clorar



**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



O.T. No. 35625

INTERESADO: CINDY ESTEFANY PÉREZ CANO
CARNÉ No. 2011 23091

MUESTRA RECOLECTADA POR: Interesado

LUGAR DE RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA: Villa Laura

FUENTE: Pozo

MUNICIPIO: Palín

DEPARTAMENTO: Escuintla

SABOR: ----

ASPECTO: Claro

OLOR: Inodora

EXAMEN BACTERIOLÓGICO

No. **4441**

INF. No. A - 362207

PROYECTO: TESIS "EVALUACIÓN BACTERIOLÓGICA, DESINFECTANTE Y ECONÓMICA DE LOS SISTEMAS HIPOCLORITO DE SODIO, HIPOCLORITO DE CALCIO Y CLORO GASEOSO PARA LA APLICACIÓN EN AGUA PARA CONSUMO HUMANO"

DEPENDENCIA: Escuela de Ingeniería USAC

FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN: 2016-01-24 12:30 min.

FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO: 2016-01-25 10:00 min.

CONDICIONES DE TRANSPORTE: Con refrigeración

SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN: No hay

CLORO RESIDUAL: -----

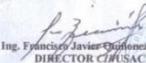
INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI - AEROGENES)

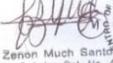
PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	PRUEBA CONFIRMATIVA	
		FORMACION DE GAS	
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACION DE GAS - 35°C	TOTAL	FECAL 44.5 °C
10,00 cm ³	-----	Inecesaria	Inecesaria
01,00 cm ³	-----	Inecesaria	Inecesaria
00,10 cm ³	-----	Inecesaria	Inecesaria
RESULTADO: NÚMERO MAS PROBABLE DE GÉRMENES COLIFORMES/100cm ³		< 1,8	< 1,8

TÉCNICA: "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - W.E.F. 21TH NORMA COGUANOR NGO 4 010. SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.

OBSERVACIONES: Bacteriológicamente el agua ES POTABLE, según norma COGUANOR NTG 29 001.

Guatemala, 2016-08-23

Vo.Bo. 
Ing. Francisco Javier Quiñones de la Cruz
DIRECTOR C/USAC


Zenon Much Santizo
Ing. Químico Col. No. 4209
MSc. en Ingeniería Sanitaria
Jefe Técnico Laboratorio

FACULTAD DE INGENIERIA - USAC -
Edificio F-5, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono directo: 2418-9115, Planta: 2418-9000 Ext. 86209 y 86221 Fax: 2418-9121
Página web: http://ci.usac.edu.gt

Fuente: resultado de análisis realizado en laboratorio unificado de química y microbiología sanitaria, USAC

Anexo 2. **Resultado microbiológico pozo Las Victorias, agua sin clorar**



**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



No. 4442

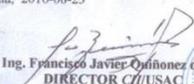
EXAMEN BACTERIOLOGICO		INF. No. A - 362208
O.T. No. 35625		
INTERESADO: <u>CINDY ESTEFANY PÉREZ CANO</u> <small>CARNE No. 2011 23091</small>	PROYECTO: <u>"EVALUACIÓN BACTERIOLOGICA, DESINFECTANTE Y ECONOMICA DE LOS SISTEMAS HIPOCLORITO DE SODIO, HIPOCLORITO DE CALCIO Y CLORO GASEOSO PARA LA APLICACION EN AGUA PARA CONSUMO HUMANO"</u>	
MUESTRA RECOLECTADA POR: <u>Interesada</u>	DEPENDENCIA: <u>Facultad de Ingeniería/USAC</u>	
LUGAR DE RECOLECCIÓN DELA MUESTRA: <u>Las Victorias</u>	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN: <u>2016-01-24, 13 h15 min.</u>	
FUENTE: <u>Pozo</u>	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO: <u>2016-01-25, 10 h00 min.</u>	
MUNICIPIO: <u>Palín</u>	CONDICIONES DE TRANSPORTE: <u>Con refrigeración</u>	
DEPARTAMENTO: <u>Escuintla</u>	SABOR: <u>----</u>	SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN: <u>No hay</u>
ASPECTO: <u>Clara</u>	ASPECTO: <u>Clara</u>	COLOR RESIDUAL: <u>----</u>
OLOR: <u>Inodora</u>	OLOR: <u>Inodora</u>	

INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI - AEROGENES)			
PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	PRUEBA CONFIRMATIVA	
		FORMACION DE GAS	
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACION DE GAS - 35°C	TOTAL	FECAL 44.5 °C
10,00 cm ³	----	Innecesaria	Innecesaria
01,00 cm ³	----	Innecesaria	Innecesaria
00,10 cm ³	----	Innecesaria	Innecesaria
RESULTADO: NÚMERO MAS PROBABLE DE GÉRMENES COLIFORMES/100cm ³		< 1,8	< 1,8

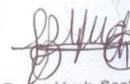
TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - W.E.F. 21TH NORMA COGUANOR NGO 4 010. SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.

OBSERVACIONES: Bacteriológicamente el agua ES POTABLE, según norma COGUANOR NTG 29 001.

Guatemala, 2016-08-23

Vo.Bo. 
Ing. Francisco Javier Quiñones de la Cruz
DIRECTOR CII/USAC




Zenón Much Santos
Ing. Químico Col. No. 420
MSc. en Ingeniería Sanitaria
Jefe Técnico Laboratorio



FACULTAD DE INGENIERIA -USAC-
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono directo: 2418-9115, Planta: 2418-8000 Exts. 86209 y 86221 Fax: 2418-9121
Página web: <http://cii.usac.edu.gt>

Fuente: resultado de análisis realizado en laboratorio unificado de química y microbiología sanitaria, USAC.

Anexo 3. **Resultado microbiológico nacimiento El Amatillo, agua sin clorar**



**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



No. 4443

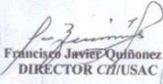
EXAMEN BACTERIOLOGICO		O.T. No. 35625	INF. No. A - 362209
INTERESADO: <u>CINDY ESTEFANY PÉREZ CANO</u> <small>CARNE No. 2011 73091</small>	PROYECTO: <u>TESIS "EVALUACIÓN BACTERIOLOGICA, DESINFECTANTE Y ECONOMICA DE LOS SISTEMAS HIPOCLORITO DE SODIO, HIPOCLORITO DE CALCIO Y CLORO GASEOSO PARA LA APLICACION EN AGUA PARA CONSUMO HUMANO"</u>		
MUESTRA RECOLECTADA POR: <u>Interesada</u>	DEPENDENCIA: <u>Facultad de Ingeniería/USAC</u>		
LUGAR DE RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA: <u>El Amatillo</u>	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN: <u>2016-01-24; 13 h31 min.</u>		
FUENTE: <u>Pozo</u>	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO: <u>2016-01-25; 10 h00 min.</u>		
MUNICIPIO: <u>Palín</u>	CONDICIONES DE TRANSPORTE: <u>Con refrigeración</u>		
DEPARTAMENTO: <u>Escuintla</u>	SABOR: <u>----</u>	SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN: <u>No hay</u>	
ASPECTO: <u>Clara</u>	OLOR: <u>Inodora</u>	CLORO RESIDUAL: _____	

INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI - AEROGENES)			
PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	PRUEBA CONFIRMATIVA	
		FORMACION DE GAS	
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACION DE GAS - 35°C	TOTAL	FECAL 44.5 °C
10,00 cm ³	+++++	+++++	+++++
01,00 cm ³	+++++	+++++	+++++
00,10 cm ³	+++++	+++++	+- - -
RESULTADO: NÚMERO MAS PROBABLE DE GÉRMENES COLIFORMES/100cm ³		> 1,600	350

TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - W.E.F. 21th NORMA COGUANOR NGO 4 010. SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.

OBSERVACIONES: Bacteriológicamente el agua NO ES POTABLE, según norma COGUANOR NTG 29-001

Guatemala, 2016-08-23

Vo.Bo. 
Ing. Francisco Javier Quiñonez de la Cruz
 DIRECTOR CII/USAC



Zenon Much Santos
 Ing. Químico Col. No. 4200
 MSc. en Ingeniería Sanitaria
 Jefe Técnico Laboratorio

FACULTAD DE INGENIERÍA - USAC -
 Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12
 Teléfono directo: 2418-9115, Planta: 2418-8000 Exts. 86209 y 86221 Fax: 2418-9121
 Página web: <http://cii.usac.edu.gt>

Fuente: resultado de análisis realizado en laboratorio unificado de química y microbiología sanitaria, USAC.

Anexo 4. **Resultado microbiológico nacimiento El Barretal, agua sin clorar**



**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



No. 4454

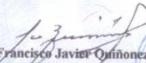
EXAMEN BACTERIOLOGICO		INF. No. A - 362210
O.T. No. 35625 INTERESADO: <u>CINDY ESTEFANY PÉREZ CANO</u> CARNÉ No. 2011 23091	PROYECTO: TESIS "EVALUACIÓN BACTERIOLOGICA DESINFECTANTE Y ECONOMICA DE LOS SISTEMAS HIPOCLORITO DE SODIO, HIPOCLORITO DE CALCIO Y CLORO GASEOSO PARA LA APLICACION EN AGUA PARA CONSUMO HUMANO"	
MUESTRA RECOLECTADA POR: <u>Interesada</u>	DEPENDENCIA: <u>Escuela de Ingeniería/USAC</u>	
LUGAR DE RECOLECCIÓN DELA MUESTRA: <u>Barretal</u>	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN: <u>2016-01-24: 14 h15 min.</u>	
FUENTE: <u>Nacimiento</u>	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO: <u>2016-01-25: 10 h00 min.</u>	
MUNICIPIO: <u>Palm</u>	CONDICIONES DE TRANSPORTE: <u>Con refrigeración</u>	
DEPARTAMENTO: <u>Escuintla</u>		
SABOR: <u>----</u>	SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN: <u>No hay</u>	
ASPECTO: <u>Clara</u>	CLORO RESIDUAL: _____	
OLOR: <u>Inodora</u>		

INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI - AEROGENES)			
PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	PRUEBA CONFIRMATIVA	
		FORMACION DE GAS	
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACION DE GAS - 35°C	TOTAL	FECAL 44.5 °C
10,00 cm ³	+++++	+++++	+++++
01,00 cm ³	+++++	+++++	+++++
00,10 cm ³	+++++	+++++	++--
RESULTADO: NÚMERO MAS PROBABLE DE GÉRMENES COLIFORMES/100cm ³		> 1,600	540

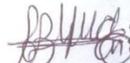
TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - W.E.F. 21TH NORMA COGUANOR NGO 4 010. SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.

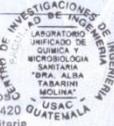
OBSERVACIONES: Bacteriológicamente el agua NO ES POTABLE, según norma COGUANOR NTG 29 001.

Guatemala, 2016-08-23

Vo.Bo. 
Ing. Francisco Javier Quiñonez de la Cruz
 DIRECTOR CII/USAC




Zenon Much Santos
 Ing. Químico Col. No. 420
 MSc. en Ingeniería Sanitaria
 Jefe Técnico Laboratorio



FACULTAD DE INGENIERÍA —USAC—
 Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12
 Teléfono directo: 2418-9115, Planta: 2418-8000 Exts. 86209 y 86221 Fax: 2418-9121
 Página web: <http://cii.usac.edu.gt>

Fuente: resultado de análisis realizado en laboratorio unificado de química y microbiología sanitaria, USAC.

Anexo 5. **Resultado microbiológico nacimiento El Amatillo, agua sin clorar**



**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



O.T. No. 35624

EXAMEN BACTERIOLOGICO

No. 4455

<p>INTERESADO: <u>LUIS GUSTAVO ARDIANO REINOSA</u> CARNÉ No. 2010 25380</p> <p>MUESTRA RECOLECTADA POR: <u>Interesado</u></p> <p>LUGAR DE RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA: <u>El Amatillo</u></p> <p>FUENTE: <u>Pozo Palín</u></p> <p>MUNICIPIO: <u>Palín</u></p> <p>DEPARTAMENTO: <u>Escuintla</u></p>	<p>PROYECTO: <u>TESIS "COMPARACIÓN DE LA EFICIENCIA BIOCIDA Y ECONÓMICA PARA EL CONTROL DE LARVAS DE AEDES AEGYPTI PORTADOR DEL VIRUS DEL DENGUE (FLAVIVIRUS FLAVIVIRIDAE) Y CHIKUNGUNYA (CHIKUNGUNYA) ENTRE LARVICIDA TRADICIONAL Y CLORO</u></p> <p>DEPENDENCIA: <u>Facultad de Ingeniería/USAC</u></p> <p>FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN: <u>2016-01-24, 13 h30 mn.</u></p> <p>FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO: <u>2016-01-25, 10 h00 min.</u></p> <p>CONDICIONES DE TRANSPORTE: <u>Con refrigeración</u></p>
---	--

SABOR: <u>----</u>	SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN: <u>No hay</u>
ASPECTO: <u>Clara</u>	CLORO RESIDUAL: <u>-----</u>
OLOR: <u>Inodora</u>	

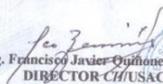
INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI - AEROGENES)

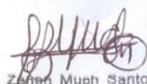
PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	PRUEBA CONFIRMATIVA	
		FORMACION DE GAS	
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACION DE GAS - 35°C	TOTAL	FECAL 44.5 °C
10,00 cm ³	+++++	+++++	+++++
01,00 cm ³	+++++	+++++	+++++
00,10 cm ³	+++++	+++++	+++++
RESULTADO: NÚMERO MAS PROBABLE DE GERMENES COLIFORMES/100cm ³		> 1,600	> 1,600

TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - W.E.F. 21TH NORMA COGUANOR NGO 4 010. SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.

OBSERVACIONES: Bacteriológicamente el agua NO ES POTABLE, según norma COGUANOR NTG 29 001.

Guatemala, 2016-08-23

Vo. Bo. 
Ing. Francisco Javier Quiñonez de la Cruz
DIRECTOR CH/USAC


Zorlen Mueh Santos
Ing. Químico Col. No. 420
MSc. en Ingeniería Sanitaria
Jefe Técnico Laboratorio

FACULTAD DE INGENIERÍA –USAC–
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono directo: 2418-9115, Planta: 2418-8000 Exts. 86209 y 86221 Fax: 2418-9121
Página web: <http://cii.usac.edu.gt>

Fuente: resultado de análisis realizado en laboratorio unificado de química y microbiología sanitaria, USAC.

Anexo 6. **Resultado microbiológico muestra de agua luego de pasar por el sistema cloro gaseoso, agua procedente de nacimiento El Amatillo, toma de muestra en el pozo de Villa Laura**



**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



No. **4456**

EXAMEN BACTERIOLOGICO		INF. No. A - 362196
O.T. No. 35624		
INTERESADO: <u>LUIS GUSTAVO ARDIANO REINOSA</u> <small>CARNÉ No. 2010 25380</small>	PROYECTO: <u>TESIS "COMPARACION DE LA EFICIENCIA BIOCIDA Y ECONOMICA PARA EL CONTROL DE LARVAS DE Aedes Aegypti PORTADOR DEL VIRUS DEL DENGUE (FLAVIVIRUS FLAVIVIRIDAE) Y CHIKUNGUNIA (CHIKUNGUNYA) ENTRE LARVICIDA TRADICIONAL Y CLORO</u>	
MUESTRA RECOLECTADA POR: <u>Interesado</u>	DEPENDENCIA: <u>Facultad de Ingeniería/USAC</u>	
LUGAR DE RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA: <u>Villa Laura</u>	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN: <u>2016-01-24, 12 h20 min.</u>	
FUENTE: <u>Pozo Palín</u>	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO: <u>2016-01-25, 10 h00 min.</u>	
MUNICIPIO: <u>Palín</u>	CONDICIONES DE TRANSPORTE: <u>Con refrigeración</u>	
DEPARTAMENTO: <u>Escuintla</u>		
SABOR: <u>----</u>	SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN: <u>No hay</u>	
ASPECTO: <u>Clara</u>	CLORO RESIDUAL: <u>-----</u>	
OLOR: <u>Inodora</u>		

INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI - AEROGENES)			
PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	PRUEBA CONFIRMATIVA	
		FORMACION DE GAS	
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACION DE GAS - 35°C	TOTAL	FECAL 44.5 °C
10,00 cm ³	-----	Innecesaria	Innecesaria
01,00 cm ³	-----	Innecesaria	Innecesaria
00,10 cm ³	-----	Innecesaria	Innecesaria
RESULTADO: NÚMERO MAS PROBABLE DE GERMENES COLIFORMES/100cm ³		< 1,8	< 1,8

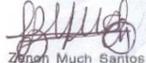
TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - W.E.F. 21TH NORMA COGUANOR NGO 4 010. SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.

OBSERVACIONES: Bacteriológicamente el agua ES POTABLE, según norma COGUANOR NTG 29.001

Guatemala, 2016-08-23

Vo.Bo. 
Ing. Francisco Javier Quiñonez de la Cruz
DIRECTOR CII/USAC




Zénon Much Santos
Ing. Químico Col. No. 420
MSc. en Ingeniería Sanitaria
Jefe Técnico Laboratorio



FACULTAD DE INGENIERÍA - USAC -
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono directo: 2418-9115, Planta: 2418-8000 Exts. 86209 y 86221 Fax: 2418-9121
Página web: <http://cii.usac.edu.gt>

Fuente: resultado de análisis realizado en laboratorio unificado de química y microbiología sanitaria, USAC.

Anexo 7.

Resultado microbiológico muestra de agua luego de pasar por el sistema cloro gaseoso, agua procedente de nacimiento El Amatillo, toma de muestra en el nacimiento El Amatillo



**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



No. 4446

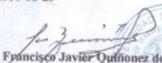
O.T. No. 35625		EXAMEN BACTERIOLOGICO		INF. No. A - 362213
INTERESADO: <u>CINDY ESTEFANY PÉREZ CANO</u> <small>CARNÉ No. 2011 23991</small>	PROYECTO: <u>TESIS "EVALUACIÓN BACTERIOLOGICA, DESINFECTANTE Y ECONOMICA DE LOS SISTEMAS HIPOCLORITO DE SODIO, HIPOCLORITO DE CALCIO Y CLORO GASEOSO PARA LA APLICACION EN AGUA PARA CONSUMO HUMANO"</u>			
MUESTRA RECOLECTADA POR: <u>Interesada</u>	DEPENDENCIA: <u>Facultad de Ingeniería/USAC</u>			
LUGAR DE RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA: <u>El Amatillo</u>	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN: <u>2016-02-07: 13 h47 min.</u>			
FUENTE: <u>Nacimiento</u>	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO: <u>2016-02-08: 11 h02 min.</u>			
MUNICIPIO: <u>Palín</u>	CONDICIONES DE TRANSPORTE: <u>Con refrigeración</u>			
DEPARTAMENTO: <u>Escuintla</u>	SABOR: <u>----</u> SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN: <u>No hay</u>			
ASPECTO: <u>Clara</u>	CLORO RESIDUAL: _____			
OLOR: <u>Inodora</u>				

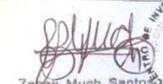
INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI - AEROGENOS)			
PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	PRUEBA CONFIRMATIVA	
		FORMACION DE GAS	
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACION DE GAS - 35°C	TOTAL	FECAL 44.5 °C
10,00 cm ³	----	Innecesaria	Innecesaria
01,00 cm ³	----	Innecesaria	Innecesaria
00,10 cm ³	----	Innecesaria	Innecesaria
RESULTADO: NÚMERO MAS PROBABLE DE GÉRMINES COLIFORMES/100cm ³		< 1,8	< 1,8

TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - W.E.F. 21^ª NORMA COGUANOR NGO 4 010. SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.

OBSERVACIONES: Bacteriológicamente el agua ES POTABLE, según norma COGUANOR NTG 29 001.

Guatemala, 2016-08-23

Vo. Bo. 
Ing. Francisco Javier Ojeda de la Cruz
DIRECTOR CII/USAC


Zepon Mueh Santos
Ing. Químico Col. No. 420
MSc. en Ingeniería Sanitaria
Jefe Técnico Laboratorio

FACULTAD DE INGENIERÍA —USAC—
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono directo: 2418-9115, Planta: 2418-8000 Exts. 86209 y 86221 Fax: 2418-9121
Página web: <http://cii.usac.edu.gt>

Fuente: resultado de análisis realizado en laboratorio unificado de química y microbiología sanitaria, USAC.

Anexo 8. **Resultado microbiológico muestra de agua luego de pasar por el sistema cloro gaseoso, agua procedente de nacimiento El Amatillo, toma de muestra en el nacimiento El Amatillo**



**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



O.T. No. 35624
EXAMEN BACTERIOLOGICO
No. **4459**

INTERESADO: LUIS GUSTAVO ARDIANO REINOSA
CARNÉ No. 2010 25380

MUESTRA RECOLECTADA POR: Interesado

LUGAR DE RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA: El Amatillo

FUENTE: Nacimiento

MUNICIPIO: Palin

DEPARTAMENTO: Escuintla

SABOR: ----

ASPECTO: Clara

OLOR: Inodora

PROYECTO: TESIS "COMPARACION DE LA EFICIENCIA BROTTIDA Y ECONOMICA PARA EL CONTROL DE LARVAS DE ABEES AEGYPTI PORTADOR DEL VIRUS DEL DENGUE (FLAVIVIRUS FLAVIVIRIDAE) Y CHIKUNGUNA (CHIKUNGUNYA) ENTRE LARVICIDA TRADICIONAL Y CLORO

DEPENDENCIA: Facultad de Ingenieria/USAC

FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN: 2016-02-07: 13 h 50 min.

FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO: 2016-02-08: 11 h 02 min.

CONDICIONES DE TRANSPORTE: Con refrigeración

SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN: No hay

COLOR RESIDUAL: -----

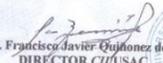
INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI - AEROGENES)

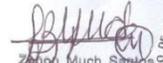
PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	PRUEBA CONFIRMATIVA	
		FORMACION DE GAS	
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACION DE GAS - 35°C	TOTAL	FECAL 44.5 °C
10,00 cm ³	----	Innecesaria	Innecesaria
01,00 cm ³	----	Innecesaria	Innecesaria
00,10 cm ³	----	Innecesaria	Innecesaria
RESULTADO: NUMERO MAS PROBABLE DE GERMINES COLIFORMES/100cm ³		< 1,8	< 1,8

TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - W.E.F. 21th NORMA COGUANOR NGO 4 010. SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.

OBSERVACIONES: Bacteriológicamente el agua ES POTABLE, según norma COGUANOR NTG 29 001.

Guatemala, 2016-08-23

Vo.Bo. 
Ing. Francisco Javier Quijón de la Cruz
DIRECTOR CII/USAC


Zelion Much Santos
Ing. Químico Cel. No. 4280
MSc. en Ingeniería Sanitaria
Jefe Técnico Laboratorio

FACULTAD DE INGENIERIA -USAC-
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono directo: 2418-9115, Planta: 2418-8000 Exts. 86209 y 86221 Fax: 2418-9121
Página web: <http://cii.usac.edu.gt>

Fuente: resultado de análisis realizado en laboratorio unificado de química y microbiología sanitaria, USAC.

Anexo 9.

Resultado microbiológico muestra de agua luego de pasar por el sistema cloro gaseoso, agua procedente del nacimiento El Amatillo, toma de muestra en zona 2 avenida central



CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



No. 4447

O.T. No. 35625		EXAMEN BACTERIOLOGICO		INF. No. A - 362214	
INTERESADO: CINDY ESTEFANY PÉREZ CANO CARNÉ No. 2011 23091		PROYECTO: TESIS "EVALUACIÓN BACTERIOLOGICA, DESINFECTANTE Y ECONOMICA DE LOS SISTEMAS HIPOCLORITO DE SODIO, HIPOCLORITO DE CALCIO Y CLORO GASEOSO PARA LA APLICACION EN AGUA PARA CONSUMO HUMANO"			
MUESTRA RECOLECTADA POR: Interesada		DEPENDENCIA: Facultad de Ingeniería/USAC			
LUGAR DE RECOLECCIÓN DELA MUESTRA: Zona 2 Avenida Central		FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN: 2016-05-15, 12 h05 min.			
FUENTE: Villa Laura Tanque		FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO: 2016-05-16, 11 h33 min.			
MUNICIPIO: Palín		CONDICIONES DE TRANSPORTE: Con refrigeración			
DEPARTAMENTO: Escuintla					
SABOR: -----		SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN: No hay			
ASPECTO: Clara		CLORO RESIDUAL: -----			
OLOR: Inodora					

INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI - AEROGENES)

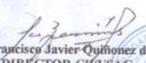
PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	PRUEBA CONFIRMATIVA	
		FORMACION DE GAS	
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACION DE GAS - 35°C	TOTAL	FECAL 44.5 °C
10,00 cm ³	++---	--	--
01,00 cm ³	-----	Innecesaria	Innecesaria
00,10 cm ³	-----	Innecesaria	Innecesaria
RESULTADO: NÚMERO MAS PROBABLE DE GÉRMENES COLIFORMES/100cm ³		< 1,8	< 1,8

TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - W.E.F. 21TM NORMA COGUANOR NGO 4 010. SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.

OBSERVACIONES: Bacteriológicamente el agua ES POTABLE, según norma COGUANOR NTG 29 001.

Guatemala, 2016-08-23

Vo.Bo.



Ing. Francisco Javier Quinonez de la Cruz
DIRECTOR CII/USAC



Zenón Much Santos
Ing. Químico Col. No. 420
MSc. en Ingeniería Sanitaria
Jefe Técnico Laboratorio

FACULTAD DE INGENIERÍA —USAC—
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono directo: 2418-9115, Planta: 2418-8000 Exts. 86209 y 86221 Fax: 2418-9121
Página web: <http://cii.usac.edu.gt>

Fuente: resultado de análisis realizado en laboratorio unificado de química y microbiología sanitaria, USAC.

Anexo 10. **Resultado microbiológico muestra de agua luego de pasar por el sistema cloro gaseoso, agua procedente del pozo de Villa Laura, toma de muestra en 3-21 zona 1, avenida central**



**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



O.T. No. 35625

EXAMEN BACTERIOLOGICO

No. **4448**

INTERESADO: CINDY ESTEFANY PÉREZ CANO
CARNÉ No. 2011 23091

PROYECTO: TESIS "EVALUACIÓN BACTERIOLOGICA, DESINFECTANTE Y ECONOMICA DE LOS SISTEMAS HIPOCLORITO DE SODIO, HIPOCLORITO DE CALCIO Y CLORO GASEOSO PARA LA APLICACION EN AGUA PARA CONSUMO HUMANO"

MUESTRA RECOLECTADA POR: Interesada

DEPENDENCIA: Facultad de Ingeniería/USAC

LUGAR DE RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA: 3-21 zona 1 Avenida Central

FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN: 2016-05-15 12 h12 min.

FUENTE: Villa Laura

FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO: 2016-05-16 11 h33 min.

MUNICIPIO: Palm

CONDICIONES DE TRANSPORTE: Con refrigeración

DEPARTAMENTO: Escuintla

SABOR: ----- SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN: No hay

ASPECTO: Clara CLORO RESIDUAL: -----

OLOR: Inodora

INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI – AEROGENES)

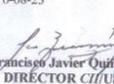
PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	PRUEBA CONFIRMATIVA	
		FORMACION DE GAS	
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACION DE GAS - 35°C	TOTAL	FECAL 44.5 °C
10,00 cm ³	-----	Innecesaria	Innecesaria
01,00 cm ³	-----	Innecesaria	Innecesaria
00,10 cm ³	-----	Innecesaria	Innecesaria
RESULTADO: NUMERO MAS PROBABLE DE GERMENES COLIFORMES/100cm ³		< 1,8	< 1,8

TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - W.E.F. 21TH NORMA COGUANOR NGO 4 010. SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.

OBSERVACIONES: Bacteriológicamente el agua ES POTABLE, según norma COGUANOR NTG 29 001.

Guatemala, 2016-08-23

Vo.Bo.



Ing. Francisco Javier Quiñonez de la Cruz
DIRECTOR CII/USAC





Zenon Much Santos
Ing. Químico Col. No. 420
MSc. en Ingeniería Sanitaria
Jefe Técnico Laboratorio



FACULTAD DE INGENIERIA –USAC–
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono directo: 2418-9115, Planta: 2418-8000 Exts. 86209 y 86221 Fax: 2418-9121
Página web: <http://cii.usac.edu.gt>

Fuente: resultado de análisis realizado en laboratorio unificado de química y microbiología sanitaria, USAC.

Anexo 11. **Resultado microbiológico muestra de agua luego de pasar por el sistema cloro gaseoso, agua procedente del nacimiento El Amatillo, toma de muestra en zona 1**



**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



No. **4450**

EXAMEN BACTERIOLOGICO		INF. No. A - 362216
O.T. No. 35625 INTERESADO: <u>CINDY ESTEFANY PÉREZ CANO</u> <small>CARNÉ No. 2011 73091</small> MUESTRA RECOLECTADA POR: <u>Interesada</u> LUGAR DE RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA: <u>Zona 1</u> FUENTE: <u>Villa Laura</u> MUNICIPIO: <u>Palín</u> DEPARTAMENTO: <u>Escuintla</u>	PROYECTO: <u>TESIS "EVALUACION BACTERIOLOGICA, DESINFECTANTE Y ECONOMICA DE LOS SISTEMAS HIPOCLORITO DE SODIO, HIPOCLORITO DE CALCIO Y CLORO GASEOSO PARA LA APLICACION EN AGUA PARA CONSUMO HUMANO"</u> DEPENDENCIA: <u>Facultad de Ingenieria/USAC</u> FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN: <u>2016-05-13; 12 h12 min.</u> FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO: <u>2016-05-16; 11 h33 min.</u> CONDICIONES DE TRANSPORTE: <u>Con refrigeración</u>	
SABOR: <u>----</u> ASPECTO: <u>Clara</u> OLOR: <u>Inodora</u>	SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN: <u>No hay</u> CLORO RESIDUAL: _____	

INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI - AEROGENES)

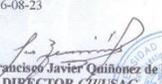
PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	PRUEBA CONFIRMATIVA	
		FORMACION DE GAS	
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACION DE GAS - 35°C	TOTAL	FECAL 44.5 °C
10,00 cm ³	++++	----	----
01,00 cm ³	----	Innecesaria	Innecesaria
00,10 cm ³	----	Innecesaria	Innecesaria
RESULTADO: NÚMERO MAS PROBABLE DE GÉRMENES COLIFORMES/100cm ³		< 1,8	< 1,8

TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - W.E.F. 21TH NORMA COGUANOR NGO 4 010. SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.

OBSERVACIONES: Bacteriológicamente el agua ES POTABLE, según norma COGUANOR NTG 29 001

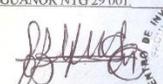
Guatemala, 2016-08-23

Vo.Bo.



Ing. Francisco Javier Quiñonez de la Cruz
DIRECTOR CI/USAC





Zenon Much Santos
Ing. Químico Col. No. 420
MSc. en Ingeniería Sanitaria
Jefe Técnico Laboratorio



FACULTAD DE INGENIERIA - USAC -
 Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12
 Teléfono directo: 2418-9115, Planta: 2418-8000 Exts. 86209 y 86221 Fax: 2418-9121
 Página web: <http://cil.usac.edu.gt>

Fuente: resultado de análisis realizado en laboratorio unificado de química y microbiología sanitaria, USAC.

Anexo 12. **Resultado microbiológico muestra de agua luego de pasar por el sistema que utiliza hipoclorito de calcio, agua procedente del nacimiento El Amatillo, toma de muestra en colonia Las Victorias**



**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



No. 4457

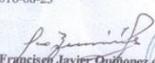
EXAMEN BACTERIOLOGICO		INF. No. A - 362197	
O.T. No. 35624			
INTERESADO: <u>LUIS GUSTAVO ARDIANO REINOSA</u> <small>(CARNE No. 2010 2538)</small>	PROYECTO: <u>TESIS "COMPARACION DE LA EFICIENCIA BIOCIDA Y ECONOMICA PARA EL CONTROL DE LARVAS DE Aedes Aegypti PORTADOR DEL VIRUS DEL DENGUE (FLAVIVIRUS - FLAVIVIRIDAE) Y CHIKUNGUNYA (CHIKUNGUNYA) ENTRE LABYCIDIA TRADICIONAL Y CLORO</u>		
MUESTRA RECOLECTADA POR: <u>Interesado</u>	DEPENDENCIA: <u>Facultad de Ingenieria/USAC</u>		
LUGAR DE RECOLECCION DE LA MUESTRA: <u>Col. Las Victorias</u>	FECHA Y HORA DE RECOLECCION: <u>2016-01-24: 14 h45 min.</u>		
FUENTE: <u>Pila casa de referencia</u>	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO: <u>2016-01-25: 10 h00 min.</u>		
MUNICIPIO: <u>Palin</u>	CONDICIONES DE TRANSPORTE: <u>Con refrigeracion</u>		
DEPARTAMENTO: <u>Escuintla</u>			
SABOR: <u>----</u>	SUSTANCIAS EN SUSPENSION: <u>No hay</u>		
ASPECTO: <u>Clara</u>	CLORO RESIDUAL: <u>-----</u>		
OLOR: <u>Inodora</u>			

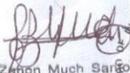
INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI - AEROGENES)			
PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	PRUEBA CONFIRMATIVA	
		FORMACION DE GAS	
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACION DE GAS - 35°C	TOTAL	FECAL 44.5 °C
10,00 cm ³	++++-	++++	----
01,00 cm ³	+++	++	--
00,10 cm ³	----	Innecesaria	Innecesaria
RESULTADO: NÚMERO MAS PROBABLE DE GERMESES COLIFORMES/100cm ³		22	< 1,8

TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - W.E.F. 21TH NORMA COGUANOR NGO 4 010. SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.

OBSERVACIONES: Bacteriológicamente el agua NO ES POTABLE, según norma COGUANOR NTG 29 001.

Guatemala, 2016-08-23

Vo. Bo. 
Ing. Francisco Javier Quiñones de la Cruz
 DIRECTOR CII/USAC


Zethon Much Sarjos
 Ing. Químico Col. No. 2420
 MSc. en Ingeniería Sanitaria
 Jefe Técnico Laboratorio

FACULTAD DE INGENIERIA - USAC -
 Edificio I-5, Ciudad Universitaria zona 12
 Teléfono directo: 2418-9115; Planta: 2418-8000 Exts. 86209 y 86221 Fax: 2418-9121
 Página web: http://cii.usac.edu.gt

Fuente: resultado de análisis realizado en laboratorio unificado de química y microbiología sanitaria, USAC.

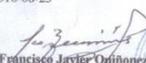
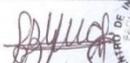
Anexo 13. **Resultado microbiológico muestra de agua luego de pasar por el sistema que utiliza hipoclorito de calcio, agua procedente del pozo Villa Laura, toma de muestra en el tanque de Villa Laura**



**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



No. **4444**

O.T. No. 35625		EXAMEN BACTERIOLOGICO		INF. No. A - 362211
INTERESADO	CINDY ESTEFANY PÉREZ CANO CARNÉ No. 2011 23091	PROYECTO:	TESIS "EVALUACION BACTERIOLOGICA, DESINFECTANTE Y ECONOMICA DE LOS SISTEMAS HIPOCLORITO DE SODIO, HIPOCLORITO DE CALCIO Y CLORO GASEOSO PARA LA APLICACION EN AGUA PARA CONSUMO HUMANO"	
MUESTRA RECOLECTADA POR	Interesada	DEPENDENCIA:	Facultad de Ingenieria/USAC	
LUGAR DE RECOLECCION DE LA MUESTRA:	Villa Laura (tanque)	FECHA Y HORA DE RECOLECCION:	2016-02-07. 12 h30 min.	
FUENTE:	Pozo	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO:	2016-02-08. 11 h02 min.	
MUNICIPIO:	Palin	CONDICIONES DE TRANSPORTE:	Con refrigeración	
DEPARTAMENTO:	Escuintla			
SABOR:	----	SUSTANCIAS EN SUSPENSION	No hay	
ASPECTO:	Clara	CLORO RESIDUAL		
OLOR:	Inodora			
INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI - AEROGENES)				
PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	PRUEBA CONFIRMATIVA		
		FORMACION DE GAS		
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACION DE GAS - 35°C	TOTAL	FECAL 44.5 °C	
10,00 cm ³	++++-	++++	----	
01,00 cm ³	----	Innecesaria	Innecesaria	
00,10 cm ³	----	Innecesaria	Innecesaria	
RESULTADO: NUMERO MAS PROBABLE DE GERMINES COLIFORMES/100cm ³		13	< 1,8	
TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - W.E.F. 21 TH NORMA COGUANOR NGO 4 010. SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.				
OBSERVACIONES: Bacteriológicamente el agua NO ES POTABLE, según norma COGUANOR NTG 29 001				
Guatemala, 2016-08-23				
Vo.Bo.	 Ing. Francisco Javier Quiñonez de la Cruz DIRECTOR CII/USAC	 Zebón Much Santos Ing. Químico Col. No. 420 MSc. en Ingeniería Sanitaria Jefe Técnico Laboratorio		

FACULTAD DE INGENIERIA -USAC-
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono directo: 2418-9116, Planta: 2418-8000 Exts. 86209 y 86221 Fax: 2418-9121
Página web: <http://cii.usac.edu.gt>

Fuente: resultado de análisis realizado en laboratorio unificado de química y microbiología sanitaria, USAC.

Anexo 14. **Resultado microbiológico muestra de agua luego de pasar por el sistema que utiliza hipoclorito de calcio, agua procedente del nacimiento El Amatillo, toma de muestra en una casa abastecida por Villa Laura**



**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



No. 4445

O.T. No. 35625		EXAMEN BACTERIOLOGICO		INF. No. A - 362212	
INTERESADO	CINDY ESTEFANY PÉREZ CANO CARNE No. 2011 23091	PROYECTO:	TÉCNIS "EVALUACIÓN BACTERIOLOGICA, DESINFECTANTE Y ECONOMICA DE LOS SISTEMAS DE CLORO GASTOSO PARA LA APLICACIÓN EN AGUA PARA CONSUMO HUMANO"		
MUESTRA RECOLECTADA POR	Interesada	DEPENDENCIA:	Facultad de Ingeniería/USAC		
LUGAR DE RECOLECCIÓN DELA MUESTRA:	Casa en Villa Laura	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN:	2016-02-07: 12:48 min.		
FUENTE:	Tanque	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO:	2016-02-08: 11:402 min.		
MUNICIPIO:	Paln	CONDICIONES DE TRANSPORTE:	Con refrigeración		
DEPARTAMENTO:	Escuintla				
SABOR:	----	SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN	No hay		
ASPECTO:	Clara	CLORO RESIDUAL			
OLOR:	Inodora				

INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI - AEROGENES)

PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	PRUEBA CONFIRMATIVA	
		FORMACION DE GAS	
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACION DE GAS - 35°C	TOTAL	FECAL 44.5 °C
10,00 cm ³	----	Innecesaria	Innecesaria
01,00 cm ³	+ ----	+	-
00,10 cm ³	+ ----	+	-
RESULTADO: NÚMERO MAS PROBABLE DE GÉRMENES COLIFORMES/100cm ³		3,6	< 1,8

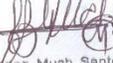
TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - W.E.F. 21TH NORMA COGUANOR NGO 4 010. SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.

OBSERVACIONES: Bacteriológicamente el agua NO ES POTABLE, según norma COGUANOR NTG 29 001.

Guatemala, 2016-08-23

Vo.Bo. 
Ing. Francisco Javier Quiñonez de la Cruz
DIRECTOR CII/USAC




Zorion Much Santoro
Ing. Químico Col. No. 4200
MSc. en Ingeniería Sanitaria
Jefe Técnico Laboratorio



FACULTAD DE INGENIERIA —USAC—
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono directo: 2418-9115, Planta: 2418-8000 Exts. 86209 y 86221 Fax: 2418-9121
Página web: <http://cii.usac.edu.gt>

Fuente: resultado de análisis realizado en laboratorio unificado de química y microbiología sanitaria, USAC.

Anexo 15. **Resultado microbiológico muestra de agua luego de pasar por el sistema que utiliza hipoclorito de calcio, agua procedente del pozo Las Victorias, toma de muestra en una casa abastecida por San Martín**



CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



No. 4460

O.T. No. 35624 EXAMEN BACTERIOLOGICO INF. No. A - 362200

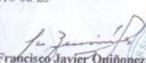
<p>INTERESADO: <u>LUIS GUSTAVO ARDIANO REINOSA</u> <small>CARNE No. 2010 25380</small></p> <p>MUESTRA RECOLECTADA POR: <u>Interesado</u></p> <p>LUGAR DE RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA: <u>Casa San Martín</u></p> <p>FUENTE: <u>Tanque</u></p> <p>MUNICIPIO: <u>Palín</u></p> <p>DEPARTAMENTO: <u>Escuintla</u></p> <p>SABOR: <u>----</u></p> <p>ASPECTO: <u>Clara</u></p> <p>OLOR: <u>Inodora</u></p>	<p>PROYECTO: <u>TESIS "COMPARACION DE LA EFICIENCIA BIOCIDA Y ECONOMICA PARA EL CONTROL DE LARVAS DE ADEES AEGYPTI PORTADOR DEL VIRUS DEL DENGUE (ELAVIVIRUS - FLAVIVIRIDAE Y CHIKUNGUNYA (CHIKUNGUNYA) ENTRE LARVICIDA TRADICIONAL Y CLORO</u></p> <p>DEPENDENCIA: <u>Facultad de Ingeniería/USAC</u></p> <p>FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN: <u>2016-02-07, 14 h20 min.</u></p> <p>FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO: <u>2016-02-08, 11 h02 min.</u></p> <p>CONDICIONES DE TRANSPORTE: <u>Con refrigeración</u></p> <p>SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN: <u>No hay</u></p> <p>CLORO RESIDUAL: <u>-----</u></p>
---	---

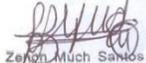
INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI - AEROGENES)			
PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	PRUEBA CONFIRMATIVA	
		FORMACION DE GAS	
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACION DE GAS - 35°C	TOTAL	FECAL 44.5 °C
10,00 cm ³	-----	Innecesaria	Innecesaria
01,00 cm ³	-----	Innecesaria	Innecesaria
00,10 cm ³	-----	Innecesaria	Innecesaria
RESULTADO: NÚMERO MAS PROBABLE DE GERMENES COLIFORMES/100cm ³		< 1,8	< 1,8

TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - W.E.F. 21TH NORMA COGUANOR NGO 4 010. SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.

OBSERVACIONES: Bacteriológicamente el agua ES POTABLE, según norma COGUANOR NTG 29 001.

Guatemala, 2016-08-23

Vo.Bo. 
Ing. Francisco Javier Quiñonez de la Cruz
DIRECTOR CII/USAC


Zenon Much Santos
Ing. Químico Col. No. 420
MSc. en Ingeniería Sanitaria
Jefe Técnico Laboratorio

FACULTAD DE INGENIERIA --USAC--
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono directo: 2418-9115, Planta: 2418-8000 Exts. 86209 y 86221 Fax: 2418-9121
Página web: <http://cii.usac.edu.gt>

Fuente: resultado de análisis realizado en laboratorio unificado de química y microbiología sanitaria, USAC.

Anexo 16. **Resultado microbiológico muestra de agua luego de pasar por el sistema que utiliza hipoclorito de calcio, agua procedente del pozo Villa Laura, toma de muestra en tanque Villa Laura**


**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**


No. 4451

O.T. No. 35625 **EXAMEN BACTERIOLOGICO** **INF. No. A - 362217**

<p>INTERESADO: <u>CINDY ESTEFANY PÉREZ CANO</u> <small>CARNE No. 2011 23091</small></p> <p>MUESTRA RECOLECTADA POR: <u>Interesada</u></p> <p>LUGAR DE RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA: <u>Villa Laura, Tanque</u></p> <p>FUENTE: <u>pozo</u></p> <p>MUNICIPIO: <u>Palín</u></p> <p>DEPARTAMENTO: <u>Escuintla</u></p> <p>SABOR: <u>----</u></p> <p>ASPECTO: <u>Clara</u></p> <p>OLOR: <u>Inodora</u></p>	<p>PROYECTO: <u>TESIS "EVALUACIÓN BACTERIOLOGICA, DESINFECTANTE Y ECONOMICA DE LOS SISTEMAS HIPOCORITO DE SODIO, HIPOCORITO DE CALCIO Y CLORO GASEOSO PARA LA APLICACION EN AGUA PARA CONSUMO HUMANO"</u></p> <p>DEPENDENCIA: <u>Escuela de Ingeniería/USAC</u></p> <p>FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN: <u>2016-05-29, 11 h15 min.</u></p> <p>FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO: <u>2016-05-30, 11 h15 min.</u></p> <p>CONDICIONES DE TRANSPORTE: <u>Con refrigeración</u></p> <p>SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN: <u>No hay</u></p> <p>CLORO RESIDUAL: <u>-----</u></p>
--	--

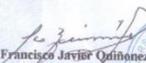
INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI - AEROGENES)

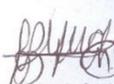
PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	PRUEBA CONFIRMATIVA	
		FORMACION DE GAS	
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACION DE GAS - 35°C	TOTAL	FECAL 44.5 °C
10,00 cm ³	++++-	++++	+++ -
01,00 cm ³	-----	Innecesaria	Innecesaria
00,10 cm ³	-----	Innecesaria	Innecesaria
RESULTADO: NÚMERO MAS PROBABLE DE GÉRMENES COLIFORMES/100cm ³		13	7,8

TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - W.E.F. 21TH NORMA COGUANOR NGO 4 010. SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.

OBSERVACIONES: Bacteriológicamente el agua NO ES POTABLE, según norma COGUANOR NTG 29 001.

Guatemala, 2016-08-23

Vo.Bo. 
Ing. Francisco Javier Quiñones de la Cruz
 DIRECTOR CII/USAC


Zenón Much Santos
 Ing. Químico Col. No. 420
 MSc. en Ingeniería Sanitaria
 Jefe Técnico Laboratorio

FACULTAD DE INGENIERÍA -USAC-
 Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12
 Teléfono directo: 2418-9115, Planta: 2418-8000 Exts. 86209 y 86221 Fax: 2418-9121
 Página web: http://cii.usac.edu.gt

Fuente: resultado de análisis realizado en laboratorio unificado de química y microbiología sanitaria, USAC.

Anexo 17. **Resultado microbiológico muestra de agua luego de pasar por el sistema que utiliza hipoclorito de calcio, agua procedente del nacimiento El Barretal, toma de muestra en 3ª. calle 0-34, zona 1**



CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



No. 4452

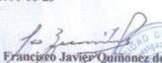
EXAMEN BACTERIOLOGICO		INF. No. A - 362218	
O.T. No. 35625		TESIS: "EVALUACION BACTERIOLOGICA, DESINFECTANTE Y ECONOMICA DE LOS SISTEMAS HIPOCLORITO DE SODIO, HIPOCLORITO DE CALCIO Y CLORO GASEOSO PARA LA APLICACION EN AGUA PARA CONSUMO HUMANO"	
INTERESADO: CINDY ESTEFANY PÉREZ CANO CARNE No. 2011 23091	MUESTRA RECOLECTADA POR: <u>Interesada</u>	PROYECTO:	DEPENDENCIA: <u>Facultad de Ingeniería/USAC</u>
LUGAR DE RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA: <u>3ª. calle 0-34, zona 1</u>	FUENTE: <u>Tanque</u>	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN: <u>2016-05-29 11 h 30 min.</u>	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO: <u>2016-05-30 11 h 5 min.</u>
MUNICIPIO: <u>Palín</u>	DEPARTAMENTO: <u>Escuintla</u>	CONDICIONES DE TRANSPORTE: <u>Con refrigeración</u>	
SABOR: <u>----</u>	SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN: <u>No hay</u>		
ASPECTO: <u>Clara</u>	CLORO RESIDUAL: _____		
OLOR: <u>Inodora</u>			

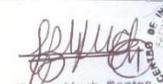
INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI - AEROGENES)			
PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	PRUEBA CONFIRMATIVA	
		FORMACION DE GAS	
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACION DE GAS - 35°C	TOTAL	FECAL 44.5 °C
10,00 cm ³	+++++	+++++	+- - -
01,00 cm ³	+ + - -	+ - -	+ +
00,10 cm ³	----	Innecesaria	Innecesaria
RESULTADO: NÚMERO MAS PROBABLE DE GÉRMESES COLIFORMES/100cm ³		49	9,3

TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - W.E.F. 21TH NORMA COGUANOR NGO 4 010. SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.

OBSERVACIONES: Bacteriológicamente el agua NO ES POTABLE, según norma COGUANOR NTG 29 001.

Guatemala, 2016-08-23

Vo.Bo. 
Ing. Francisco Javier Quiñónez de la Cruz
DIRECTOR CI/USAC


Zénon Much Santos
Ing. Químico Col. No. 420
MSc. en Ingeniería Sanitaria
Jefe Técnico Laboratorio

FACULTAD DE INGENIERÍA -USAC-

Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12

Teléfono directo: 2418-9115, Planta: 2418-8000 Exts. 86209 y 86221 Fax: 2418-9121

Página web: <http://cil.usac.edu.gt>

Fuente: resultado de análisis realizado en laboratorio unificado de química y microbiología sanitaria, USAC.

Anexo 18. **Resultado microbiológico muestra de agua luego de pasar por el sistema que utiliza hipoclorito de calcio, agua procedente del nacimiento El Amatillo, toma de muestra en tanque de Villa Laura**



**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



No. 4453

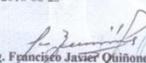
EXAMEN BACTERIOLOGICO		INF. No. A - 362219
O.T. No. 35625		
INTERESADO: <u>CINDY ESTEFANY PÉREZ CANO</u> <small>CARNE No. 2011 23091</small>	PROYECTO: <u>TESIS "EVALUACIÓN BACTERIOLOGICA, DESINFECTANTE Y ECONOMICA DE LOS SISTEMAS HIPOCLORITO DE SODIO, HIPOCLORITO DE CALCIO Y CLORO GASEOSO PARA LA APLICACIÓN EN AGUA PARA CONSUMO HUMANO"</u>	
MUESTRA RECOLECTADA POR: <u>Interesada</u>	DEPENDENCIA: <u>Facultad de Ingeniería/USAC</u>	
LUGAR DE RECOLECCIÓN DELA MUESTRA: <u>Villa Laura</u>	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN: <u>2016-05-29-12 h05 min.</u>	
FUENTE: <u>Tanque</u>	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO: <u>2016-05-30-11 h15 min.</u>	
MUNICIPIO: <u>Palín</u>	CONDICIONES DE TRANSPORTE: <u>Con refrigeración</u>	
DEPARTAMENTO: <u>Escuintla</u>		
SABOR: <u>----</u>	SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN: <u>No hay</u>	
ASPECTO: <u>Clara</u>	CLORO RESIDUAL: _____	
OLOR: <u>Inodora</u>		

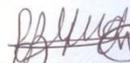
INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI - AEROGENES)			
PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	PRUEBA CONFIRMATIVA	
		FORMACION DE GAS	
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACION DE GAS - 35°C	TOTAL	FECAL 44.5 °C
10,00 cm ³	+++++	+++++	+ + - -
01,00 cm ³	+ + - -	+ + - -	+ +
00,10 cm ³	----	Innecesaria	Innecesaria
RESULTADO: NÚMERO MAS PROBABLE DE GERMENES COLIFORMES/100cm ³		49	9,3

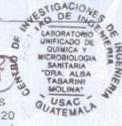
TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - W.E.F. 21TH NORMA COGUANOR NGO 4 010. SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.

OBSERVACIONES: Bacteriológicamente el agua NO ES POTABLE, según norma COGUANOR NTG 29 001.

Guatemala, 2016-08-23

Vo.Bo. 
Ing. Francisco Javier Quiñonez de la Cruz
 DIRECTOR CII/USAC


Zepher Much Santos
 Ing. Químico Col. No. 420
 MSc. en Ingeniería Sanitaria
 Jefe Técnico Laboratorio

FACULTAD DE INGENIERIA -USAC-
 Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12
 Teléfono directo: 2418-9115, Planta: 2418-8000 Exts. 86209 y 86221 Fax: 2418-9121
 Página web: http://cii.usac.edu.gt

Fuente: resultado de análisis realizado en laboratorio unificado de química y microbiología sanitaria, USAC.

Anexo 19. **Resultado microbiológico muestra de agua luego de pasar por el sistema que utiliza hipoclorito de sodio, agua procedente del nacimiento El Barretal, toma de muestra en tanque de San Martín**

**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

No. 4458

O.T. No. 35624 **EXAMEN BACTERIOLOGICO** **INF. No. A - 362198**

<p>INTERESADO: <u>LUIS GUSTAVO ARDIANO REINOSA</u> <small>CARNÉ No. 2010 25380</small></p> <p>MUESTRA RECOLECTADA POR: <u>Interesado</u></p> <p>LUGAR DE RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA: <u>San Martín</u></p> <p>FUENTE: <u>Pozo</u></p> <p>MUNICIPIO: <u>Palín</u></p> <p>DEPARTAMENTO: <u>Escuintla</u></p> <p>SABOR: <u>----</u></p> <p>ASPECTO: <u>Clara</u></p> <p>OLOR: <u>Inodora</u></p>	<p>PROYECTO: <u>TESIS "COMPARACION DE LA EFICIENCIA BIOCIDA Y ECONOMICA PARA EL CONTROL DE LARVAS DE AEDIS AEGYPTI PORTADOR DEL VIRUS DEL DENGUE (FLAVIVIRUS - FLAVIVIRIDAE) Y CHIKUNGUNYA (CHIKUNGUNYA), ENTRE LARVICIDA TRADICIONAL Y CLORO</u></p> <p>DEPENDENCIA: <u>Facultad de Ingenieria/USAC</u></p> <p>FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN: <u>2016-02-07-12 h00 min.</u></p> <p>FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO: <u>2016-02-08-11 h02 min.</u></p> <p>CONDICIONES DE TRANSPORTE: <u>Con refrigeración</u></p> <p>SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN: <u>No hay</u></p> <p>CLORO RESIDUAL: <u>-----</u></p>
--	---

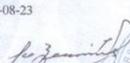
INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI - AEROGENES)

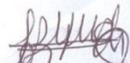
PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	PRUEBA CONFIRMATIVA	
		FORMACION DE GAS	
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACION DE GAS - 35°C	TOTAL	FECAL 44.5 °C
10,00 cm ³	+++ -	+++	---
01,00 cm ³	+ + - -	++	--
00,10 cm ³	-----	Innecesaria	Innecesaria
RESULTADO: NÚMERO MAS PROBABLE DE GÉRMENES COLIFORMES/100cm ³		14	< 1,8

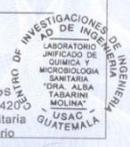
TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - W.E.F. 21TH NORMA COGUANOR NGO 4 010. SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.

OBSERVACIONES: Bacteriológicamente el agua NO ES POTABLE, según norma COGUANOR NTG 29.001.

Guatemala, 2016-08-23

Vo.Bo. 
Ing. Francisco Javier Ojimez de la Cruz
DIRECTOR CII/USAC


Zénon Much Santes
Ing. Químico Col. No. 4200
MSc. en Ingeniería Sanitaria
Jefe Técnico Laboratorio



FACULTAD DE INGENIERIA - USAC -
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono directo: 2418-9115, Planta: 2418-8000 Exts. 86208 y 86221 Fax: 2418-9121
Página web: http://cii.usac.edu.gt

Fuente: resultado de análisis realizado en laboratorio unificado de química y microbiología sanitaria, USAC.

Anexo 20. **Resultado microbiológico muestra de agua luego de pasar por el sistema que utiliza hipoclorito de sodio, agua procedente del nacimiento El Amatillo, toma de muestra en 1ª. avenida 5-31, zona 1**

**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

No. 4461

EXAMEN BACTERIOLOGICO

O.T. No. 35624 INF. No. A - 362201

<p>INTERESADO: <u>LUIS GUSTAVO ARDIANO REINOSA</u> <small>CARNÉ No. 2010.25380</small></p> <p>MUESTRA RECOLECTADA POR: <u>Interesado</u></p> <p>LUGAR DE RECOLECCIÓN DELA MUESTRA: <u>1ª. Av 5-31 zona 1</u></p> <p>FUENTE: <u>Tanque</u></p> <p>MUNICIPIO: <u>Palín</u></p> <p>DEPARTAMENTO: <u>Escuintla</u></p> <p>SABOR: <u>----</u></p> <p>ASPECTO: <u>Clara</u></p> <p>OLOR: <u>Inodora</u></p>	<p>PROYECTO: <u>TESIS "COMPARACION DE LA EFICIENCIA BIOCIDA Y RESISTENCIA PARA EL CONTROL DE LARVAS DE AEDES AEGYPTI PORTADOR DEL VIRUS DEL DENGUE (FLAVIVIRUS FLAVIVIRIDAE) Y CHIKUNGUNIA (CHIKUNGUNYA) ENTRE LARVICIDA TRADICIONAL Y CLORO</u></p> <p>DEPENDENCIA: <u>Facultad de Ingeniería/USAC</u></p> <p>FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN: <u>2016-05-29-11 h30 min.</u></p> <p>FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO: <u>2016-05-30-11 h15 min.</u></p> <p>CONDICIONES DE TRANSPORTE: <u>Con refrigeración</u></p> <p>SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN: <u>No hay</u></p> <p>COLOR RESIDUAL: <u>-----</u></p>
---	--

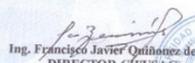
INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI - AEROGENES)

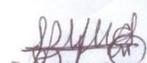
PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	PRUEBA CONFIRMATIVA	
		FORMACION DE GAS	
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACION DE GAS - 35°C	TOTAL	FECAL 44.5 °C
10,00 cm ³	+++++	+++++	+++--
01,00 cm ³	+++++	+++++	+++--
00,10 cm ³	+++++	+++++	+++--
RESULTADO: NÚMERO MAS PROBABLE DE GÉRMESES COLIFORMES/100cm ³		> 1,600	24

TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - W.E.F. 21TM NORMA COGUANOR NGO 4 010. SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.

OBSERVACIONES: Bacteriológicamente el agua NO ES POTABLE, según norma COGUANOR NTG 29 001.

Guatemala, 2016-08-23

Vo. Bo. 
Ing. Francisco Javier Quiñones de la Cruz
DIRECTOR CII/USAC


Zorlen Much Santos
Ing. Químico Col. No. 4203
MSc. en Ingeniería Sanitaria
Jefe Técnico Laboratorio

FACULTAD DE INGENIERIA --USAC--
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono directo: 2418-9115, Planta: 2418-8000 Exts. 86209 y 86221 Fax: 2418-9121
Página web: <http://cii.usac.edu.gt>

Fuente: resultado de análisis realizado en laboratorio unificado de química y microbiología sanitaria, USAC.

Anexo 21. **Resultado microbiológico muestra de agua luego de pasar por el sistema que utiliza hipoclorito de sodio, agua procedente del nacimiento El Barretal, toma de muestra en 1ª. Avenida 4-22, zona 3**



**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



No. 4462

O.T. No. 35624		EXAMEN BACTERIOLOGICO		INF. No. A - 362202	
INTERESADO: <u>LUIS GUSTAVO ARDIANO REINOSA</u> <small>CARNÉ No. 2010 25380</small>		PROYECTO: <u>TESIS "COMPARACION DE LA EFICIENCIA BIOCIDA Y ECONOMICA PARA EL CONTROL DE LARVAS DE AEDIS AEGYPTI PORTADOR DEL VIRUS DEL DENGUE (ELAVIVIRUS - FLAVIVIRIDAE) Y CHIKUNGUNYA (CHIKUNGUNYA) ENTRE LARVICIDA TRADICIONAL Y CLORO</u>			
MUESTRA RECOLECTADA POR: <u>Interesado</u>		DEPENDENCIA: <u>Facultad de Ingeniería/USAC</u>			
LUGAR DE RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA: <u>1ª Av. 4-22, zona 3</u>		FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN: <u>2016-05-29, 11 h25 min.</u>			
FUENTE: <u>Tanque</u>		FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO: <u>2016-05-30, 11 h15 min.</u>			
MUNICIPIO: <u>Palín</u>		CONDICIONES DE TRANSPORTE: <u>Con refrigeración</u>			
DEPARTAMENTO: <u>Escuintla</u>					
SABOR: <u>-----</u>		SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN: <u>No hay</u>			
ASPECTO: <u>Clara</u>		CLORO RESIDUAL: <u>-----</u>			
OLOR: <u>Inodora</u>					

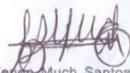
INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI - AEROGENES)			
PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	PRUEBA CONFIRMATIVA	
		FORMACION DE GAS	
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACION DE GAS - 35°C	TOTAL	FECAL 44.5 °C
10,00 cm ³	+++++	+++++	+++++
01,00 cm ³	+++++	+++++	+++++
00,10 cm ³	+++++	+++++	+++++
RESULTADO: NÚMERO MAS PROBABLE DE GÉRMESES COLIFORMES/100cm ³		> 1,600	> 1,600

TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - W.E.F. 21TH NORMA COGUANOR NGO 4 010. SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.

OBSERVACIONES: Bacteriológicamente el agua NO ES POTABLE, según norma COGUANOR NTG 29 001.

Guatemala, 2016-08-23

Vo.Bo. 
Ing. Francisco Javier Quiñones de la Cruz
DIRECTOR CII/USAC


Zedón Much Santos
Ing. Químico Col. No. 420
MSc. en Ingeniería Sanitaria
Jefe Técnico Laboratorio

FACULTAD DE INGENIERIA - USAC -
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono directo: 2418-9115, Planta: 2418-8000 Exts. 86209 y 86221 Fax: 2418-9121
Página web: <http://cii.usac.edu.gt>

Fuente: resultado de análisis realizado en laboratorio unificado de química y microbiología sanitaria, USAC.

Anexo 22. **Resultado microbiológico muestra de agua luego de pasar por el sistema que utiliza hipoclorito de sodio, agua procedente del nacimiento El Barretal, toma de muestra en 4ª. calle 0-22, zona 3**

**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

No. 4463

EXAMEN BACTERIOLOGICO

O.T. No. 35624 INF. No. A - 362203

INTERESADO: LUIS GUSTAVO ARDIANO REINOSA
CARNE No. 2010 25380

PROYECTO: TESIS "COMPARACION DE LA EFICIENCIA BIOCIDA Y ECONOMICA PARA EL CONTROL DE LARVAS DE AEDIS AEGYPTI PORTADOR DEL VIRUS DEL DENGUE (ELAVIRUS FLAVIVIRIDAE Y CHIKUNGUNIA (CHIKUNGUNYA) ENTRE LARVICIDA TRADICIONAL Y CLORO

MUESTRA RECOLECTADA POR: Interesado

DEPENDENCIA: Facultad de Ingenieria/USAC

LUGAR DE RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA: 4ª calle 0-22, zona 3

FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN: 2016-05-29, 11 h40 min.

FUENTE: Tanque

FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO: 2016-05-30, 11 h15 min.

MUNICIPIO: Palín

CONDICIONES DE TRANSPORTE: Con refrigeración

DEPARTAMENTO: Escuintla

SABOR: ---- SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN: No hay

ASPECTO: Clara CLORO RESIDUAL: -----

OLOR: Inodora

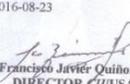
INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI - AEROGENES)

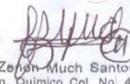
PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	PRUEBA CONFIRMATIVA	
		FORMACION DE GAS	
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACION DE GAS - 35°C	TOTAL	FECAL 44.5 °C
10,00 cm ³	+++++	+++++	+++++
01,00 cm ³	+++++	+++++	+++++
00,10 cm ³	+++++	+++++	+++++
RESULTADO: NÚMERO MAS PROBABLE DE GERMENES COLIFORMES/100cm ³		> 1,600	1,600

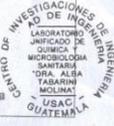
TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - W.E.F. 21TH NORMA COGUANOR NGO 4 010. SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.

OBSERVACIONES: Bacteriológicamente el agua NO ES POTABLE, según norma COGUANOR NTG 29 001.

Guatemala, 2016-08-23

Vo.Bo. 
Ing. Francisco Javier Quiñonez de la Cruz
DIRECTOR CII/USAC


Zenith Much Santos
Ing. Químico Col. No. 420
MSc. en Ingeniería Sanitaria
Jefe Técnico Laboratorio



FACULTAD DE INGENIERIA - USAC -
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono directo: 2418-9115, Planta: 2418-8000 Exts. 86209 y 86221 Fax: 2418-9121
Página web: http://cii.usac.edu.gt

Fuente: resultado de análisis realizado en laboratorio unificado de química y microbiología sanitaria, USAC.

Anexo 23. **Resultado microbiológico muestra de agua luego de pasar por el sistema que utiliza hipoclorito de sodio, agua procedente del nacimiento El Amatillo, toma de muestra en 4ª. calle 0-22, zona 3**



CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



No. 4454

EXAMEN BACTERIOLOGICO		INF. No. A - 362204	
O.T. No. 35624		PROYECTO: TESIS "COMPARACION DE LA EFICIENCIA BIOCIDA Y ECONOMICA PARA EL CONTROL DE LARVAS DE ADEES AEGYPTI PORTADOR DEL VIRUS DEL DENGUE (FLAVIVIRUS FLAVIVIRIDAE) Y CHIKUNGUNIA (CHIKUNGUNYA) ENTRE LARVICIDA TRADICIONAL Y CLORO	
INTERESADO: LUIS GUSTAVO ARDIANO REINOSA CARNÉ No. 2010 25380	MUESTRA RECOLECTADA POR: Interesado	DEPENDENCIA: Facultad de Ingeniería USAC	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN: 2016-08-15:11 h20 min.
LUGAR DE RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA: 4ª calle 0-22, zona 3	FUENTE: Tanque	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO: 2016-08-16:10h04 min.	CONDICIONES DE TRANSPORTE: Con refrigeración
MUNICIPIO: Palín	DEPARTAMENTO: Escuintla	SABOR: ----	SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN: No hay
ASPECTO: Clara	OLOR: Inodora	CLORO RESIDUAL: _____	

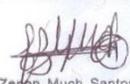
INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI - AEROGENES)			
PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	PRUEBA CONFIRMATIVA	
		FORMACION DE GAS	
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACION DE GAS - 35°C	TOTAL	FECAL 44.5 °C
10,00 cm ³	+++++	+++++	+++ -
01,00 cm ³	+++++	+++++	+++ -
00,10 cm ³	+++++	++++	++ -
RESULTADO: NÚMERO MAS PROBABLE DE GÉRMENES COLIFORMES/100cm ³		1,600	12

TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - W.E.F. 21TH NORMA COGUANOR NGO 4 010. SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.

OBSERVACIONES: Bacteriológicamente el agua NO ES POTABLE, según norma COGUANOR NTG 29.001.

Guatemala, 2016-08-23

Vo.Bo. 
Ing. Francisco Javier Quiñones de la Cruz
DIRECTOR CII/USAC


Zenón Much Santos
Ing. Químico Col. No. 420
MSc. en Ingeniería Sanitaria
Jefe Técnico Laboratorio

FACULTAD DE INGENIERIA - USAC -
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono directo: 2418-9115, Planta: 2418-8000 Exts. 86209 y 86221 Fax: 2418-9121
Página web: http://cii.usac.edu.gt

Fuente: resultado de análisis realizado en laboratorio unificado de química y microbiología sanitaria, USAC.

Anexo 24. **Resultado microbiológico muestra de agua luego de pasar por el sistema que utiliza hipoclorito de sodio, agua procedente del nacimiento El Barretal, toma de muestra en 1ª. avenida 2-04, zona 1**

**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

No. 4465

EXAMEN BACTERIOLOGICO

O.T. No. 35624 INF. No. A - 362205

INTERESADO: <u>LUIS GUSTAVO ARDIANO REINOSA</u> <small>CARNÉ No. 2010 25380</small>	PROYECTO: <u>TESIS "COMPARACIÓN DE LA EFICIENCIA BIOLÓGICA Y ECONOMICA PARA EL CONTROL DE LARVAS DE ABEJAS AJOYTLI PORTADOR DEL VIRUS DEL DENGUE (FLAVIVIRUS FLAVIVIRIDAE) Y CHIKUNGUNYA (CHIKUNGUNYA) ENTRE LARVICIDA TRADICIONAL Y CLORO</u>
MUESTRA RECOLECTADA POR: <u>Interesado</u>	DEPENDENCIA: <u>Facultad de Ingeniería/USAC</u>
LUGAR DE RECOLECCIÓN DELA MUESTRA: <u>1ª. Avenida 2-04, zona 1</u>	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN: <u>2016-08-15, 11 h50 min.</u>
FUENTE: <u>Tanque</u>	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO: <u>2016-08-16, 10 h04 min.</u>
MUNICIPIO: <u>Palín</u>	CONDICIONES DE TRANSPORTE: <u>Con refrigeración</u>
DEPARTAMENTO: <u>Escuintla</u>	
SABOR: <u>-----</u>	SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN: <u>No hay</u>
ASPECTO: <u>Clara</u>	CLORO RESIDUAL: <u>-----</u>
OLOR: <u>Inodora</u>	

INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI - AEROGENES)			
PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	PRUEBA CONFIRMATIVA	
		FORMACION DE GAS	
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACION DE GAS - 35°C	TOTAL	FECAL 44.5 °C
10,00 cm ³	+++++	+++++	-----
01,00 cm ³	+++++	+++++	-----
00,10 cm ³	+++--	+++	---
RESULTADO: NÚMERO MAS PROBABLE DE GÉRMENES COLIFORMES/100cm ³		920	< 1,8

TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - W.E.F. 21TH NORMA COGUANOR NGO 4 010. SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.

OBSERVACIONES: Bacteriológicamente el agua NO ES POTABLE, según norma COGUANOR NTG 29 001.

Guatemala, 2016-08-23

Vo.Bo. Ing. Francisco Javier Cujulón de la Cruz
DIRECTOR CII/USAC

Zejón Much Santos
Ing. Químico Col. No. 420
MSc. en Ingeniería Sanitaria
Jefe Técnico Laboratorio

FACULTAD DE INGENIERÍA - USAC -
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono directo: 2418-9116, Planta: 2418-8000 Exts. 86209 y 86221 Fax: 2418-9121
Página web: http://cii.usac.edu.gt

Fuente: resultado de análisis realizado en laboratorio unificado de química y microbiología sanitaria, USAC.

Anexo 25. **Resultado microbiológico muestra de agua luego de pasar por el sistema que utiliza hipoclorito de sodio, agua procedente de un pozo particular, toma de muestra en casa 5, sector 2 Las Victorias**



**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



No. 4456

EXAMEN BACTERIOLOGICO

O.T. No. 35624 INF. No. A - 362206

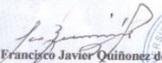
<p>INTERESADO: <u>LUIS GUSTAVO ARDIANO REINOSA</u> <small>CARNE No. 2010 25380</small></p> <p>MUESTRA RECOLECTADA POR: <u>Interesado</u></p> <p>LUGAR DE RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA: <u>Casa 5, sector 2 Las Victorias</u></p> <p>FUENTE: <u>Pozo</u></p> <p>MUNICIPIO: <u>Palín</u></p> <p>DEPARTAMENTO: <u>Escuintla</u></p>	<p>PROYECTO: <u>TESIS "COMPARACION DE LA EFICIENCIA BIOCIDA Y ECONOMICA PARA EL CONTROL DE LARVAS DE AEGES AEGYPTI PORTADOR DEL VIRUS DEL DENGUE (DENVIRUS - FLAVIVIRIDAE) Y CHIKUNGUNIA (CHIKUNGUNYA) ENTRE LARVICIDA TRADICIONAL Y CLORO</u></p> <p>DEPENDENCIA: <u>Facultad de Ingeniería/USAC</u></p> <p>FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN: <u>2016-08-15: 12 h20 min.</u></p> <p>FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO: <u>2016-08-16: 10 h04 min.</u></p> <p>CONDICIONES DE TRANSPORTE: <u>Con refrigeración</u></p>
<p>SABOR: <u>----</u></p> <p>ASPECTO: <u>Clara</u></p> <p>OLOR: <u>Inodora</u></p>	<p>SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN: <u>No hay</u></p> <p>CLORO RESIDUAL: _____</p>

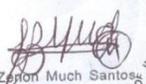
INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI - AEROGENES)			
PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	PRUEBA CONFIRMATIVA	
		FORMACION DE GAS	
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACION DE GAS - 35°C	TOTAL	FECAL 44.5 °C
10,00 cm ³	+++++	+++++	----
01,00 cm ³	----	Innecesaria	Innecesaria
00,10 cm ³	----	Innecesaria	Innecesaria
RESULTADO: NUMERO MAS PROBABLE DE GERMINES COLIFORMES/100cm ³		23	< 1,8

TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - W.E.F. 21TM NORMA COGUANOR NGO 4 010. SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.

OBSERVACIONES: Bacteriológicamente el agua NO ES POTABLE según norma COGUANOR NTG 29 001.

Guatemala, 2016-08-23

Vo.Bo. 
Ing. Francisco Javier Quiñonez de la Cruz
DIRECTOR CII/USAC


Zénon Much Santos
Ing. Químico Col. No. 420
MSc. en Ingeniería Sanitaria
Jefe Técnico Laboratorio

FACULTAD DE INGENIERIA - USAC -
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono directo: 2418-9115, Planta: 2418-8000 Exts. 86209 y 86221 Fax: 2418-9121
Página web: <http://cii.usac.edu.gt>

Fuente: resultado de análisis realizado en laboratorio unificado de química y microbiología sanitaria, USAC.

