



UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

TESIS

**EVALUACIÓN MICROBIOLÓGICA DEL AGUA DE
CONSUMO HUMANO DEL CENTRO URBANO DEL
DISTRITO SIMBAL, JUNIO – JULIO 2016**

**PRESENTADA POR LA BACHILLER:
BLANCA MAYTTÉ CALDERÓN FERNÁNDEZ**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AMBIENTAL**

TRUJILLO - PERÚ

2016

DEDICATORIA

Gracias a Dios y a mi familia que me enseñó los valores que necesito durante toda mi vida para seguir creciendo como persona.

RESUMEN

Se realizó la evaluación en el distrito Simbal por la afluencia de visitantes, por su buen clima y por la cantidad de habitantes que moran en el lugar; la DIRESA y la municipalidad fueron quienes me facilitaron la información para llevar a cabo la evaluación, teniendo de conocimiento los problemas que se tuvieron en la distribución del agua de consumo humano.

La población de Simbal ha sufrido el colapso de la planta de tratamiento en el 2010 por el fenómeno del niño dejando de funcionar al contaminarse el agua, y los pobladores reclamaron que habían consumido el agua en mal estado.

Se inaugura en el 2013 el megaproyecto de “Mejoramiento y ampliación del sistema de agua potable” del programa “Agua para todos” beneficiando a 350 familias del Centro Urbano de Simbal.

En el 2015 mediante el Programa de Vigilancia Sanitaria de la Calidad del Agua de Consumo Humano que realiza el Ministerio de Salud a nivel nacional y la Gerencia Regional de Salud mediante la Sub Gerencia de Promoción de la Gestión Territorial a nivel regional, evaluó la Calidad Microbiológica de Agua para Consumo Humano de la localidad Simbal, siendo sus resultados que el agua no es apta para consumo humano de forma directa informándole a la municipalidad de los resultados obtenidos, teniendo que aplicar medidas preventivas para mejorar la calidad del agua que se distribuye en la población. Es por ello la importancia de hacer el seguimiento de la evaluación microbiológica de la calidad del agua de consumo humano en el grifo de las viviendas y así haya menos casos con enfermedades de gastroenteritis que se reportaron en el puesto de salud Simbal y que en su mayoría son niños los más afectados.

Siendo el objetivo la evaluación microbiológica del agua de consumo humano del centro urbano del distrito Simbal en los meses de junio y julio de 2016.

Realizándose la hipótesis si el agua de consumo humano del centro urbano sobrepasa los límites máximos permisibles del D.S. 031-2010 SA. o no los sobrepasa.

Los parámetros evaluados son Coliformes Totales, Coliformes Termotolerantes y *E. Coli* con el método del NMP/100 ml. de agua.

Concluyendo de la evaluación que en Coliformes Totales y Termotolerantes sobrepasan los límites máximos permisibles, y no encontrándose *E. Coli* en las muestras evaluadas.

INTRODUCCIÓN

El agua es un elemento esencial para la vida y todos somos conscientes que es necesaria para todos los seres vivos, para la producción de alimentos, electricidad y mantenimiento de la salud. También es requerida en el proceso de elaboración de muchos productos industriales, medios de transporte y es esencial para asegurar la sostenibilidad de los ecosistemas de la tierra. (ONU/WWAP 2003).

El agua forma parte de todos los procesos naturales de la tierra, por lo que tiene un impacto en todos los aspectos de la vida. Debido a que cada organismo depende del agua, ésta se ha convertido en el eje primordial del desarrollo de la sociedad a través de la historia. Pero también el agua es un recurso limitado, muy vulnerable y escaso en los últimos años, y no existe una conciencia globalizada sobre el manejo razonable que se debe ejercer sobre el mismo. Esto origina crisis por el uso del agua, que provoca enfermedades de origen hídrico, desnutrición, crecimiento económico reducido, inestabilidad social, conflictos por su uso y desastres ambientales, por lo que es necesario mantener un monitoreo constante de la calidad del agua y conocer el uso de tecnologías o factores que afectan su calidad.

Sin la seguridad de tener acceso a agua de calidad, los humanos no podríamos sobrevivir por mucho tiempo. Las enfermedades relacionadas con el agua están entre los más comunes malestares y la mayoría de los casos se presentan en los países en desarrollo (ONU/WWAP 2003). Se estimó que en el año 2000, más de 2 billones de personas fueron afectadas por la escasez del agua en unos 40 países, de estos 1,1 billón no tuvo suficiente agua para tomar. (WHO/UNICEF 2000).

En Centroamérica conforme a la clasificación de la Organización Meteorológica Mundial (OMM), los países de la región cuentan con recursos hídricos suficientes y no debieran afrontar problemas de abastecimiento, pues utilizan menos del 10% de los mismos. (PACADIRH 2001). Sin embargo la distribución temporal y espacial de la lluvia, evidencia un déficit hídrico durante 5 a 7 meses en la Vertiente del Pacífico, donde vive cerca del 70 % de la población, pero escurre cerca del 30% del agua de lluvia, limitando la producción, la seguridad alimentaria y conflictos entre usuarios del agua.

Los requisitos establecidos en la norma vigente en el Perú para controlar la calidad del agua de consumo humano se establece en el Decreto Supremo N° 031-2010-SA publicado en el Diario El Peruano el 26 de setiembre de 2010 en el cual se aprobó el Reglamento sobre Calidad del Agua de consumo humano, a través del cual se busca proteger y promover la salud y bienestar de la población. En dicho documento se proporciona al Ministerio de Salud los instrumentos de gestión para conducir la política y la vigilancia de la calidad del agua para consumo humano.

El objetivo del Reglamento es establecer el marco normativo en la gestión de la calidad del agua; en su vigilancia sanitaria; control y supervisión. También en la fiscalización, autorizaciones, registros y aprobaciones sanitarias respecto a los sistemas de abastecimiento de agua; así como los requisitos físicos, químicos, microbiológicos y parasitológicos del líquido elemento, y la difusión y acceso a la información sobre la calidad del agua para consumo humano. Se precisa además que los proveedores que estén operando sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano deberán implementar un Programa de Adecuación Sanitaria para cumplir con las normas técnicas formales establecidas.

Simbal es un distrito con una población de 4 049 habitantes según datos estadísticos del INEI 2007, lo divide en población urbana con 781 habitantes y rural con 3 268 habitantes.

La Población del centro urbano del distrito Simbal tiene una deficiencia en cuanto al tratamiento de agua potable según DIGESA, por los análisis microbiológicos realizados en el 2015 en la planta de tratamiento, reservorio y el grifo de la vivienda. Por haberse presentado muchos casos de niños con infecciones estomacales en el Puesto de Salud Simbal.

Es por ello que DIGESA está en la vigilancia del correcto tratamiento del agua potable, siendo la municipalidad la que maneja el tratamiento del agua potable.

TABLA DE COTENIDOS

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO	13
1.1. Descripción de la Realidad Problemática	13
1.2. Delimitaciones y Definición del Problema	14
1.3.1. Delimitaciones	14
A. Delimitación espacial	14
B. Delimitación temporal	14
C. Delimitación social	14
1.3.2. Definición del Problema	14
1.3. Formulación del Problema	15
1.4. Objetivo de la Investigación	15
1.5. Hipótesis de la Investigación	15
1.6. Variables e Indicadores	16
1.6.1. Variable Independiente	16
A. Indicadores	16
B. Índices	16
1.6.2. Variable Dependiente	16
A. Indicadores	16
B. Índices	16
1.7. Viabilidad de la Investigación	16
1.7.1. Viabilidad Técnica	16
1.7.2. Viabilidad Operativa	16
1.7.3. Viabilidad Económica	17
1.8. Justificación e Importancia de la Investigación	17
1.8.1. Justificación	17
1.8.2. Importancia	18
1.9. Limitaciones de la Investigación	18
1.10. Tipo y Nivel de la Investigación	19
1.10.1. Tipo de investigación.	19
1.10.2. Nivel de investigación.	19

1.11.Método y Diseño de la investigación	19
1.11.1.Método de la investigación.	19
1.11.2.Diseño de la investigación.	19
1.12.Técnicas e Instrumentos de Recolección de Información	19
1.12.1.Técnicas.	19
1.12.2.Instrumentos.	23
1.13.Cobertura de Estudio	24
1.13.1.Universo.	24
1.13.2.Muestra	24
1.14.Cronograma y Presupuesto:	25
1.14.1.Cronograma	25
1.14.2.Presupuesto.	25
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	27
2.1. Antecedentes de la Investigación	27
2.2. Marco Histórico.	28
2.3. Marco Conceptual	29
CAPÍTULO III: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADO	
3.1. Población y muestra	39
3.1.1.Población.	39
3.1.2.Muestra.	39
3.2. Nivel de confianza y grado de significancia	40
3.3. Tamaño y muestra representativa.....	40
3.4. Análisis e Interpretación de datos	40
3.4.1.Análisis.....	40
3.4.2.Interpretación de resultados.....	58
3.5. Prueba de hipótesis	61
3.6. Prueba de estadística utilizada	61
CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
4.1. Conclusiones.....	62
4.2. Recomendaciones.....	63

FUENTES BIBLIOGRÁFICAS	64
ANEXOS.....	67
GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	79

ÍNDICE DE FOTOS

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO

Foto N° 01: Prueba presuntiva para Coliformes totales	21
Foto N° 02: Prueba confirmativa de Coliformes Totales.....	24
Foto N° 03: Prueba confirmativa para Coliformes fecales	24

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

Foto N° 04: Escherichia Coli	30
------------------------------------	----

ÍNDICE DE CUADROS

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO

Cuadro N° 01: Instrumentos de campo	24
Cuadro N° 02: Cronograma	25
Cuadro N° 03: Material disponible	25
Cuadro N° 04: Material no disponible.....	26

CAPÍTULO III: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADO

Cuadro N° 05:Población	39
Cuadro N° 06:Resultados de las muestras de agua recogidas en los grifos de las viviendas del centro urbano del distrito Simbal por zonas de muestreo ..	40
Cuadro N° 07: Correlación entre Coliformes Totales, Coliformes Termotolerantes, <i>E.Coli</i> y pH.....	42
Cuadro N° 08: Análisis de Varianza	43
Cuadro N° 09: Resumen del modelo.....	43
Cuadro N° 10: Medias.	44
Cuadro N° 11: Análisis de Varianza.....	45
Cuadro N° 12: Resumen del modelo.....	45
Cuadro N° 13: Medias.	45
Cuadro N° 14: Comparación de los resultados con el LMP (D.S. 031-2010-SA.).....	46
Cuadro N° 15: Comparación de los resultados con el LMP (D.S. 031-2010-SA.).....	48
Cuadro N° 16: Comparación de los resultados con el LMP (D.S. 031-2010-SA.).....	50
Cuadro N° 17: Comparación de los resultados con el LMP (D.S. 031-2010-SA.).....	52
Cuadro N° 18: Comparación de los resultados con el LMP (D.S. 031-2010-SA.).....	54
Cuadro N° 19: Comparación de los resultados con el LMP (D.S. 031-2010-SA.).....	56

ÍNDICE DE GRÁFICOS

CAPÍTULO III: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADO

Gráfico N° 01: Desviación Estándar de Coliformes Totales.....	42
Gráfico N° 02: Desviación Estándar de Coliformes Termotolerantes.....	46
Gráfico N° 03: Coliformes Totales comparado con el LMP (D.S. 031-2010-SA.).....	47
Gráfico N° 04: Coliformes Termotolerantes comparado con el LMP (D.S. 031-2010-SA.)	47
Gráfico N° 05: <i>E. Coli</i> comparado con el LMP (D.S. 031-2010-SA.).....	48
Gráfico N° 06: Coliformes Totales comparado con el LMP (D.S. 031-2010-SA.))..	49
Gráfico N° 07: Coliformes Termotolerantes comparado con el LMP (D.S. 031-2010-SA.)	49
Gráfico N° 08: <i>E. Coli</i> comparado con el LMP (D.S. 031-2010-SA).....	50
Gráfico N° 09: Coliformes Totales comparado con el LMP (D.S. 031-2010-SA.).....	51
Gráfico N° 10: Coliformes Termotolerantes comparado con el LMP (D.S. 031-2010-SA.)	51
Gráfico N° 11: <i>E. Coli</i> comparado con el LMP (D.S. 031-2010-SA).....	52
Gráfico N° 12: Coliformes Totales comparado con el LMP (D.S. 031-2010-SA.).....	53
Gráfico N° 13: Coliformes Termotolerantes comparado con el LMP (D.S. 031-2010-SA.).....	53
Gráfico N° 14: <i>E. Coli</i> comparado con el LMP (D.S. 031-2010-SA).....	54
Gráfico N° 15: Coliformes Totales comparado con el LMP (D.S. 031-2010-SA.).....	55
Gráfico N° 16: Coliformes Termotolerantes comparado con el LMP (D.S. 031-2010-SA.).....	55
Gráfico N° 17: <i>E. Coli</i> comparado con el LMP (D.S. 031-2010-SA).....	56
Gráfico N° 18: Coliformes Totales comparado con el LMP (D.S. 031-2010-SA.).....	57
Gráfico N° 19: Coliformes Termotolerantes comparado con el LMP (D.S. 031-2010-SA.).....	57
Gráfico N° 20: <i>E. Coli</i> comparado con el LMP (D.S. 031-2010-SA).....	58

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO

1.1. Descripción de la Realidad Problemática

El distrito Simbal está ubicado a 32 Km. al noroeste del distrito Trujillo, estando a la margen derecha el río Moche, en el departamento La Libertad. Situándose a 07°58'21" latitud sur y 78°48'36" longitud oeste del meridiano terrestre; a una altitud de 576 metros sobre el nivel del mar, ocupando una superficie de 390,55km².

En el 2010 por el fenómeno del niño la planta de tratamiento colapsó por las grandes avenidas de agua que la llenó de barro y por la cual dejó de funcionar al contaminarse el agua, por lo que hubo muchos reclamos de parte de los pobladores que habían consumido el agua en ese estado, ya que en las tuberías todavía se encontraba el agua y seguía abasteciendo.

En el 2013 según el Censo Nacional del 2007 habían 4 082 habitantes de los cuales no todos se benefician de agua potable, inaugurándose así el megaproyecto de "Mejoramiento y ampliación del sistema de agua potable" del programa "Agua para todos" beneficiando a 350 familias del Centro Urbano de Simbal.

En el 2014 se destinó una inversión de agua potable para el caserío de Collambay y anexos (Peña el Oro y el Olivar), también se beneficiaron los caseríos de Cholocal, Cumbray, Pedregal, Catuay alto, la Contancia y Cruz Blanca.

En el 2015 mediante el Programa de Vigilancia Sanitaria de la Calidad del Agua de Consumo Humano que realiza el Ministerio de Salud a nivel nacional y la Gerencia Regional de Salud mediante la Sub Gerencia de Promoción de la Gestión Territorial a nivel regional, evaluó la Calidad Microbiológica de Agua para Consumo Humano de la localidad Simbal – Parte Alta del grifo de una vivienda tomada al azar siendo sus resultados que el agua no es apta para consumo humano de forma directa.

Es por ello la importancia de hacer el seguimiento de la evaluación microbiológica de la calidad del agua de consumo humano en el grifo de las viviendas y así haya menos personas con enfermedades de gastroenteritis que se reportaron en el puesto de salud Simbal y en su mayoría los niños eran los más afectados.

El agua es captada del Río Grande para que posteriormente pase a la Planta de Tratamiento y finalmente llegue a los dos reservorios que abastece a la población de la zona urbana de la parte alta y zona urbana parte baja y rural.

La población urbana del distrito Simbal hace un total de 805 habitantes según el Censo de Población y vivienda 2007 y en el cual estos datos son fundamentales para la aplicación de la evaluación microbiológica.

Tomándose como base el Reglamento de la Calidad de agua de Consumo Humano (D.S. N° 031-2010-SA.), donde se tendrá como punto de muestreo los grifos de las viviendas que serán seleccionadas aleatoriamente distribuido en la zona urbana del distrito en los meses de junio-julio del 2016.

Siendo 181 viviendas en el centro urbano con abastecimiento de agua con red pública dentro de la vivienda.

1.2. Delimitaciones y Definición del Problema

1.3.1. Delimitaciones

A. Delimitación espacial

Se realizó en la zona urbana del distrito Simbal.

B. Delimitación temporal

Esta investigación se realizó en junio – julio de 2016.

C. Delimitación social

Se tomó en cuenta las viviendas de la zona urbana del distrito Simbal en diferentes fechas por la disponibilidad de los habitantes de las viviendas.

1.3.2. Definición del Problema

El estudio está orientado a realizar la evaluación microbiológica del agua de consumo humano del distrito Simbal para informar a la población acerca del agua que consumen y así también ellos adopten medidas preventivas del agua de su consumo, para que luego se mejore la calidad del agua en la Planta de Tratamiento y su distribución del agua desde los reservorios, disminuyendo enfermedades como la gastroenteritis por consumo de agua en mala calidad, ya que en el 2015 la Sub Gerencia de Promoción de la Gestión Territorial tomó muestras en los grifos de las viviendas, realizándose el análisis microbiológico de bacterias heterotróficas,

coliformes totales y coliformes termotolerantes dando como resultado que sobrepasan los límites máximos permisibles según el D.S. N° 031-2010-SA.

Se comprobará si se ha hecho alguna mejora en la calidad del agua de consumo humano, realizando la evaluación microbiológica en el grifo de las viviendas del centro urbano del distrito Simbal, conociendo que en el Censo del 2007 (INEI) se contaron que en la zona urbana hay 181 viviendas que cuentan con red pública dentro de la vivienda, 20 con red pública fuera de la vivienda y 1 pilón de uso público de agua potable.

1.3. Formulación del Problema

1.3.1. Problema Principal

¿Cuál es el valor microbiológico del agua de consumo humano del centro urbano del distrito Simbal en junio y julio de 2016?

1.4. Objetivos de la Investigación

Objetivo Principal:

Determinar si los valores microbiológicos del agua de consumo humano del centro urbano del distrito Simbal cumple (D.S. N° 031-2010-SA.).

Objetivos Específicos:

Confirmar si existe relación de Coliformes Totales, Coliformes Termotolerantes, *E. Coli* y pH del agua de consumo humano del centro urbano del distrito Simbal.

Estimar los valores microbiológicos de Coliformes Totales, Coliformes Termotolerantes y *E. Coli* del agua de consumo humano del centro urbano del distrito Simbal por zonas de muestreo.

1.5. Hipótesis de la Investigación

H_0 = Los valores microbiológicos del agua de consumo humano del centro urbano del distrito Simbal cumple (D.S.031-2010-SA.).

H_1 = Los valores microbiológicos del agua de consumo humano del centro urbano del distrito Simbal no cumple (D.S.031-2010-SA.).

1.6. Variables e Indicadores

1.6.1. Variable Independiente

Evaluación microbiológica del agua de los grifos de las viviendas del Centro urbano distrito Simbal.

A. Indicadores

X1: El agua de los 52 grifos de las viviendas del Centro Urbano.

B. Índices

X1.1: Ph.

1.6.2. Variable Dependiente

Y1: Agua de Consumo Humano del centro urbano del distrito Simbal.

A. Indicadores

Y1.1: Bacterias Coliformes Totales y Bacterias Coliformes Termotolerantes.

Y1.2: E. Coli.

B. Índices

Y1.1: NMP/100 mL. en muestra de agua.

Y1.2: NMP/100 mL. en muestra de agua.

1.7. Viabilidad de la Investigación

1.7.1. Viabilidad Técnica

Análisis microbiológico aplicando conocimientos y metodologías. Contando con equipos como GPS, cámara fotográfica y laptop.

1.7.2. Viabilidad Operativa

Se cuenta con acceso a la toma de muestras, disposición de tiempo y de información para cumplir con la operatividad, el Reglamento de Agua para consumo humano y la Guía de la OMS 2004.

1.7.3. Viabilidad Económica

El presupuesto necesario para llevarse a cabo de manera integral será solventado en su totalidad con recursos propios.

1.8. Justificación e Importancia de la Investigación

1.8.1. Justificación

El agua es esencial para la vida y todas las personas deben de tener accesibilidad a disponer de un suministro de agua suficiente, inocuo y satisfactorio.

El acceso al agua potable es un derecho fundamental para la salud, el agua de consumo inocua, es decir que no ocasiona ningún riesgo significativo para la salud cuando se la consume toda una vida. (OMS, 2006)

En el 2000, con la formulación de los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM), la comunidad internacional se comprometió a reducir a la mitad el número de personas sin acceso a agua limpia y a servicios de saneamiento básicos antes de 2015.

Se debe a que el agua y los microorganismos que en ellos se contiene, son los principales transmisores de las enfermedades de origen hídrico, las cuales generan gastroenteritis que van desde diarreas leves a procesos mucho más graves como las diarreas severas y las disenterías, las cuales afectan con mayor impacto a la población inmunológicamente comprometida, como los niños, los ancianos y los que presentan enfermedades inmunodeficientes (Rojas 2002; OMS 2004; Aurazo de Zumaeta 2004).

A escala mundial, casi mil millones de personas carecen de agua potable, y 2 400 millones no tienen acceso a servicios de saneamiento básicos; otros 1 200 millones de personas no disponen de instalaciones de saneamiento de ningún tipo (MORA, 1996).

Cada día mueren, por término medio, 5 000 niños a causa de enfermedades evitables relacionadas con la falta de agua y de servicios de saneamiento.

Corresponde a la Autoridad de Salud competente, dictar las medidas necesarias para minimizar y controlar los riesgos para la salud de las personas derivados de elementos, factores y agentes ambientales, de conformidad con lo que establece, en cada caso, la ley de la materia (Ley General de Salud N°26842).

La garantía de la calidad del agua se basa desde su captación al consumidor, de las barreras múltiples para evitar la contaminación del agua de consumo o para reducir

los niveles y no sean perjudiciales para la salud, depende de las operaciones de tratamiento que se le dé a los patógenos.

Por tanto la población debe estar informada de la calidad del agua de su consumo y así tomar medidas preventivas para que no se afecte su salud y tengan mejor calidad de vida especialmente los niños y ancianos.

La Gerencia Regional de Salud ha puesto de su conocimiento a la municipalidad distrital de Simbal el informe con los resultados obtenidos para que hagan su Plan de Monitoreo y Control de la Calidad del agua para Consumo Humano, por lo que conjuntamente se realizó los análisis en las viviendas del centro urbano.

1.8.2. Importancia

En un estudio realizado por la organización Panamericana de la Salud en 1984, se determinó que aproximadamente 75% de los sistemas de aguas locales y municipales en América Latina estaban mal desinfectados o carecían de sistemas de desinfección. Cabe destacar que el monitoreo de la calidad del agua potable, pone al alcance de las autoridades sanitarias información sistemática y rápida sobre la causa de cualquier brote o epidemia, permitiendo saber qué medidas tomar en cada caso.

La Investigación a realizarse es para determinar el nivel microbiológico del agua de consumo humano que ingiere la población y todo visitante que llega a Simbal, ya que siendo un lugar con un buen clima es considerado como un distrito que atrae a muchos visitantes.

La salud de la población es el principal eje para el crecimiento económico del distrito, la disponibilidad del agua potable depende mucho del crecimiento poblacional y que ha llegado a la competencia de reducir los días de consumo de agua y si a esto se le suma la calidad de agua que cada vez es más baja, está contribuyendo a transmitir enfermedades diarreicas agudas, siendo el principal problema en la población infantil.

1.9. Limitaciones de la Investigación

En la investigación la limitación son análisis que se llevarán a analizar al laboratorio teniendo que mantener las muestras con preservantes y a la temperatura ambiente.

1.10. Tipo y Nivel de la Investigación

1.10.1. Tipo de investigación.

Es Cuantitativa según enfoque. (Fiallo Rodríguez J.P. y otros, 2008)

Sustantiva según su finalidad. (Sánchez Carlessi H. y Reyes Meza C., 2006)

1.10.2. Nivel de investigación.

Es de carácter descriptivo.

1.11. Método y Diseño de la investigación

1.11.1. Método de la investigación.

Es deductivo, porque se aplica el método del Número Más Probable para series de diluciones en réplicas de tres por nivel de dilución para evaluar microbiológicamente la calidad del agua.

1.11.2. Diseño de la investigación.

En la presente investigación se utilizó un diseño no experimental, descriptivo, ya que solamente se evalúa la calidad microbiológica del agua de consumo humano del centro urbano del distrito Simbal.

Donde:

N: Muestra obtenida (muestras de agua)

O: Calidad microbiológica de agua.

1.12. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Información

1.12.1. Técnicas.

Las operaciones que comporta la toma de muestras varían según la naturaleza del agua a analizar y el punto de muestreo elegido.

Una vez retirados los filtros u otros accesorios se procederá a una cuidadosa limpieza con agua o alcohol.

Con el grifo cerrado se flameará el extremo del mismo, mediante la llama obtenida con un poco de algodón empapado de alcohol y sostenido con unas pinzas.

Se abrirá el grifo para que el agua fluya abundantemente y se renueve el contenido en la tubería que la alimenta. Se destapará el frasco esterilizado sin tocar la boca del mismo ni el interior del tapón.

Todos los movimientos deberán realizarse sin interrupciones, y con las máximas precauciones de asepsia.

Se realizó el análisis en campo según lo dicho y se llevaron al laboratorio todas las muestras donde se utilizaron el método del número más probable u otra de ser el caso.

Determinación de Coliformes Totales y Termotolerantes:

Para la determinación de Coliformes Totales y Coliformes Termotolerantes se utilizó el Método del Número Más Probable (NMP) por tubos múltiples (Método Tradicional), mediante siembra de distintos volúmenes del agua a analizar en series de tubos con caldo lactosado y resiembra en medios de cultivo selectivos incubando a temperaturas adecuadas, la cual consta de dos fases: la fase presuntiva y la fase confirmativa.

- Prueba presuntiva para coliformes totales

En una gradilla se colocaron 15 tubos (tres series de cinco tubos) con caldo verde bilis brillante simple, con su respectiva campana de Durham. Los tubos se marcan con las iniciales del grupo, el agua tratada y la dilución correspondiente (100, 10-1, 10-2).

En la **primera** serie de tubos se distribuye diez ml de medio de cultivo en cada uno de los tubos y se siembra con una pipeta estéril 10 ml de la muestra de agua agitada, marcar 100.

En la **segunda** serie se siembra en 10 ml de medio de cultivo, 1 ml de la muestra de agua, marcar 10-1

En la **tercera** se siembra en 10 ml de medio de cultivo, 0,1 ml de la muestra de agua, marcar 10-2.

Se coloca en cada tubo una campana Durham para recoger el gas producido y al medio de cultivo se le habrá añadido un indicador ácido-base. Homogeneizar los tubos sembrados. Incubar a 37°C durante 48 h.

Lectura e interpretación

Se consideraron tubos positivos aquellos en los que se observa enturbiamiento, acidez detectada por el indicador colocado en el medio que vira a color amarillo y por la aparición de gas en la campana de Durham, independientemente de su cantidad.

Los Coliformes son enterobacterias lactosa positiva, es decir, son capaces de fermentar la lactosa con producción de ácido y gas en un período de 48 horas y con una temperatura de incubación comprendida entre 30 – 37 °C.

La ausencia del gas al cabo de 48 h se considera como prueba negativa. Se cuentan los tubos positivos y se consulta la tabla del NMP. Los resultados se presentan como NMP/100ml de muestra (NMP)

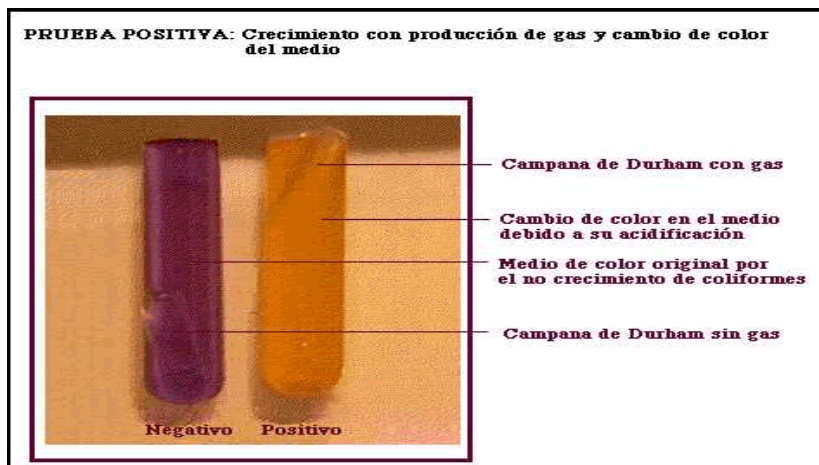


Foto N° 01: Prueba presuntiva para coliformes totales

Fuente: Demo de la universidad de Salamanca.

- Prueba confirmativa de Coliformes totales

Se resiembran en placa de Petri con medio Agar EMB solidificado de los tubos que hayan resultado positivos en la prueba presuntiva 0,1 ml de medio líquido.

Contiene eosina y azul de metileno que inhiben parcialmente el crecimiento de los microorganismos Gram negativos, además la combinación de azul de metileno y eosina permitirá diferenciar los microorganismos lactosa positiva de los negativos.

Luego se incuban en estufa a 37 °C las placas invertidas durante 48 horas.

Lectura e interpretación de resultados

Sobre este medio las bacterias fermentadoras de la lactosa dan colonias características opacas y pigmentadas en rosa, azul o violeta oscuro con o sin reflejo metálico. Las colonias no fermentadoras de la lactosa aparecerán como colonias incoloras

Para el cálculo del NMP de coliformes totales se contabilizarán como positivos aquellos tubos de la serie elegida que hayan dado una prueba de confirmación positiva.

PRUEBA POSITIVA: crecimiento en EMB

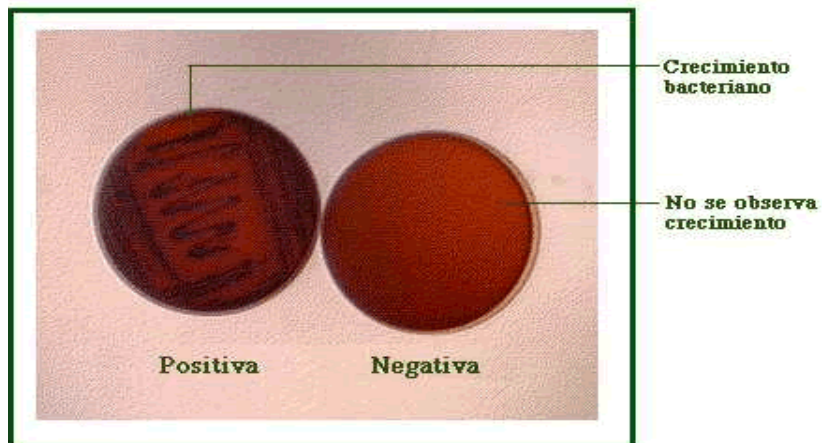


Foto N° 02: Prueba confirmativa de Coliformes totales

Fuente: Demo de la universidad de Salamanca.

- Prueba confirmativa para coliformes fecales

Es un procedimiento mediante el cual una reacción negativa excluye la presencia de coliformes fecales, mientras que una reacción positiva indica su presencia inequívoca.

Deben someterse a esta prueba todos los tubos que hayan resultado positivos en la prueba presuntiva. Esta prueba debe llevarse a cabo simultáneamente a la de confirmación de coliformes totales.

Se debe resembrar cada tubo positivo de la presuntiva en **medio EC** mediante un asa o dos gotas de pipeta Pasteur. Llevar a estufa o baño maría antes de transcurrir 30 minutos. Incubar a 44°C durante 24 horas.

Lectura e interpretación de resultados

Si se observa crecimiento bacteriano con producción de gas a las 24 h o antes, la presencia de bacterias coliformes fecales se considerará confirmada. Para el cálculo del NMP de coliformes fecales se contabilizarán como positivos aquellos tubos de la serie que hayan dado prueba de confirmación positiva.

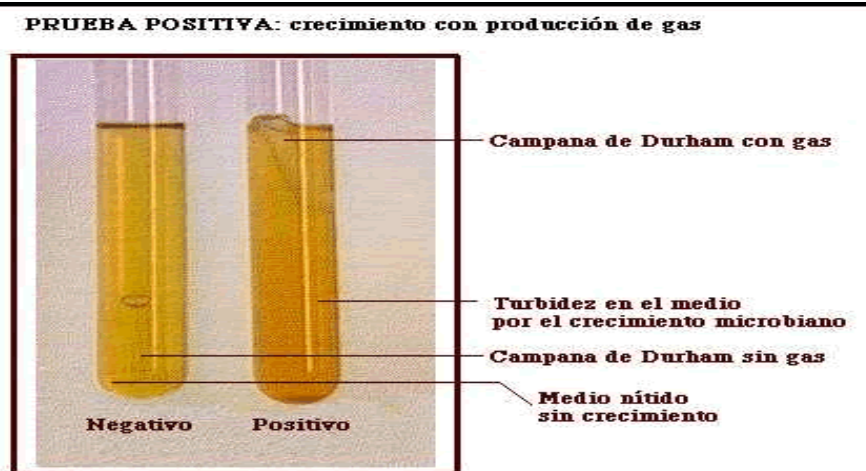


Foto N° 03: Prueba confirmativa para coliformes fecales

Fuente: Demo de la universidad de Salamanca.

1.12.2. Instrumentos.

Los recipientes empleados en campo tienen una capacidad de 300 ml, si bien es útil disponer de otros de mayor capacidad cuando la técnica analítica así lo exija.

El tapón y el cuello del frasco se protegieron con una cubierta de papel de aluminio u otro similar.

Los recipientes empleados tienen una capacidad de 300 ml, si bien es útil disponer de otros de mayor capacidad cuando la técnica analítica así lo exija.

Frascos para la preparación de medios de cultivo, con tapa rosca resistentes a la esterilización por autoclave, Pipetas mecánicas para diferentes volúmenes y puntas estériles acorde a la pipeta seleccionada, Autoclave, Cabina de flujo laminar, Tubos de borosilicato tapa-rosca esterilizables de dimensiones (en mm): 13 x 100, 16 x 150, 20 x 150 y 25 x 150, Incubadora con temperatura de $35 \pm 1^\circ\text{C}$, Baño María a temperatura de $44.5 \pm 0.5^\circ\text{C}$, Microscopio, Caldo lauril triptosa, Caldo bilis verde brillante, Caldo EC, Agua estéril para dilución o

lavado: destilada o peptonada al 0.1%, Reactivos para realizar coloración de Gram, Agar Nutritivo, Aceite de inmersión, Agar McConkey o agar tipo Endo LES. Laptop, Cámara digital Sony Cyber-shot.

Cuadro N° 01: Instrumentos de campo.

Instrumentos de campo
Frascos de vidrio esterilizados con preservantes.
Termómetro ambiental.
Mechero.
Pinzas
Alcohol y algodón
Cooler

Fuente: Elaboración Propia

1.13. Cobertura de Estudio

1.13.1. Universo.

Son las 181 viviendas del centro urbano del distrito Simbal en la cual se puede evaluar microbiológicamente el agua de consumo humano de los grifos de las viviendas.

1.13.2. Muestra

La unidad muestral, es una muestra punto de agua, esto significa que las muestras de agua para la siguiente investigación serán obtenidas de los grifos de las casas del centro urbano del distrito Simbal. Aleatorio simple.

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 p * q}{d^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 p * q}$$

Fórmula estadística para poblaciones finitas (GUARÍN, 2010)

N = Total de la población

Z_α = Valor de Z para un nivel de confianza del 95% Z = (1,96)²

p = Proporción esperada 5 % = 0,05

q = 1 – p (en este caso es 1 – 0,05 = 0,95)

d = precisión (5%)

1.14. Cronograma y Presupuesto:

1.14.1. Cronograma

Cuadro N° 02: Cronograma.

MESES	ACTIVIDADES
JUNIO	
SEMANA 1	REVISIÓN DE INFORMACIÓN
SEMANA 2	RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN
SEMANA 3	ANÁLISIS DE AGUA
SEMANA 4	RESULTADOS DEL ANÁLISIS
JULIO	
SEMANA 1	ANÁLISIS DE AGUA
SEMANA 2	RESULTADO DE ANÁLISIS
SEMANA 3	REDACCIÓN DEL INFORME
SEMANA 4	PRESENTACIÓN DEL INFORME

Fuente: Elaboración Propia.

1.14.2. Presupuesto.

DISPONIBLE

Cuadro N° 03: Material disponible.

DESCRIPCIÓN		Unidad	CANTIDAD
Material de campo	Termómetro ambiental Taylor		
	Cámara digital Sony Cyber-shot	Unidad	1
Equipo de Escritorio	Laptop Samsung	Unidad	1

Fuente: Elaboración Propia.

NO DISPONIBLE

Cuadro N° 04: Material no disponible.

CLASIFICADOR DE GASTOS				
NOMBRES Y CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO S/	COSTO TOTAL S/
1.-ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO Bacterias Coliformes Totales. E. Coli. Bacterias Coliformes Termotolerantes o fecales. Bacterias Heterotróficas.	MUESTRA	52	100,00	5 200,00
2.-PAPELERÍA EN GENERAL, ÚTILES Y MATERIAL DE OFICINA				
Papel Bond A4 80gr.	Millar	1	24,00	24,00
Lápiz Faber Castell 2B	Unidad	2	1,00	2,00
Tabla de anotación	Unidad	1	2,00	2,00
Corrector Faber Castell	Unidad	1	3,00	3,00
Resaltador Faber Castell	Unidad	2	1,50	3,00
Libreta de Campo	Unidad	1	4,00	4,00
3.-LIMPIEZA				
Algodón	Unidad	1	4,00	4,00
Alcohol en gel	Unidad	1	12,00	12,00
4.-PRODUCTOS MÉDICOS				
Guantes quirúrgicos	Par	52	0,50	26,00
5.-PASAJES Y GASTO DE TRANSPORTE				
Pasajes (ida-vuelta a Simbal)	Unidad	4	40,00	160,00
6.-OTROS SERVICIOS				
Espiralado de Informe	Unidad	5	4,00	20,00
Impresiones	Unidad	350	0.10	35,00
Memoria USB 16 GB Hp	Unidad	1	45,00	45,00
Encuadernado y empastado	Unidad	1	20,00	21,00
Cd'sprinco	Unidad	10	1,00	
TOTAL				5 571,00

Fuente: Elaboración Propia.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la Investigación

El agua es la base de la vida en nuestro planeta. Cubre el 71% de la superficie de la corteza terrestre, localizada principalmente en los océanos donde se concentra el 96,5% del agua total (agua salina) que no puede ser consumida directamente por los seres humanos, los glaciares y casquetes polares poseen el 1,74%, los depósitos subterráneos (acuíferos), los permafrost y los glaciares continentales suponen el 1,72% y el restante 0,04% se reparte en orden decreciente entre lagos, humedad del suelo, atmósfera, embalses, ríos y seres vivos. (GUERRERO, 1991)

En América Latina y el Caribe el 43% de la población rural no tiene acceso al abastecimiento de agua con una calidad apropiada para el consumo humano y para usos domésticos como la higiene personal. (MORA, 1996).

Por otro lado, se ha demostrado que las enfermedades hidrotransmisibles como la gastroenteritis, la fiebre tifoidea, la hepatitis A y el cólera, están entre las principales causas de muerte en los países de América Latina. Hay una relación directa entre la mortalidad infantil y la cobertura y calidad del agua de consumo debido a que los niños son especialmente propensos a enfermarse de diarrea. (AURAZO DE ZUMAETA, 2002).

El agua contaminada es un vehículo eficaz de transmisión de la mayoría de enfermedades de origen hídrico. Históricamente, una gran cantidad de microorganismos han causado epidemias de origen hídrico, siendo las salmonelas y shigelas las que se identificaron primero, aunque en la actualidad otros microorganismos como los rotavirus *Campylobacter* o parásitos tales como *Giardia* se identifican también como responsables de las mismas. (AYCACHI R., 2011)

La mayoría de síntomas ocasionados por estos microorganismos son de una gravedad moderada presentándose a menudo en forma de gastroenteritis asociada con diarreas, dolores abdominales y vómito. La contaminación microbiológica del agua ocurre por lo general a través de heces de origen humano o animal. La presencia de descargas de aguas residuales domésticas o pecuarias en las inmediaciones de una fuente de abastecimiento.

El agua hace posible un medio ambiente saludable pero, paradójicamente, también puede ser el principal vehículo de transmisión de enfermedades. Las enfermedades transmitidas por el agua son enfermedades producidas por el "agua sucia" las causadas por el agua que se ha contaminado con desechos humanos, animales o químicos. Mundialmente, la falta de

servicios de evacuación sanitaria de desechos y de agua limpia para beber, cocinar y lavar es la causa de más de 12 millones de defunciones por año. (OMS, 1995).

2.2. Marco Histórico.

La calidad de los recursos hídricos se ve cada vez más amenazada por la contaminación. Durante los últimos 50 años, la actividad humana ha provocado la contaminación de los recursos hídricos en una magnitud histórica sin precedentes. Se estima que más de 2,500 millones de personas en el mundo viven sin un sistema adecuado de saneamiento. Cada día 2 millones de toneladas de aguas residuales u otros afluentes son drenados hacia las aguas del mundo. El problema es más grave en los países en desarrollo, en los que más del 90% de los desechos sin procesar y el 70% de los desechos industriales sin tratar se vierten en aguas superficiales. (GARCÍA J.2011).

Las repercusiones del cambio climático (como las inundaciones y sequías frecuentes o prolongadas) y el crecimiento del número de fuentes de contaminación vienen a añadirse a los retos confrontados por la calidad del agua. El crecimiento demográfico y los cambios en las pautas de producción y consumo han conllevado la expansión de los procesos industriales, la minería, la agricultura y la urbanización, lo cual ha provocado la liberación en el medioambiente metales pesados, elementos radioactivos, toxinas orgánicas y productos farmacéuticos desechados. (OMS, 2015)

Los agentes patógenos transmitidos por el agua constituyen un problema mundial que demanda un urgente control mediante la implementación de medidas de protección ambiental a fin de evitar el incremento de la prevalencia de las enfermedades relacionadas con la calidad del agua. (VARGAS et.al. 2000).

Por tanto el abastecimiento de agua de buena calidad fue uno de los ocho componentes de la atención primaria de salud identificados en la Conferencia Internacional sobre Atención Primaria de Salud celebrada en Alma-Ata en 1978.

En la mayoría de los países, los principales riesgos asociados al consumo de agua contaminada están relacionados con microorganismos. Como se indica en el capítulo 18 de la "Agenda 21" de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, *"aproximadamente un 80% de todas las enfermedades y más de una tercera parte de las defunciones en los países en desarrollo tienen por causa el consumo de agua contaminada y en promedio, hasta la décima parte del tiempo productivo de cada persona se dedica a las enfermedades relacionadas con el agua"*.

2.3. Marco Conceptual

2.3.1. Contaminación microbiológica del agua:

Las afecciones que se propagan por el agua se conocen como "Enfermedades transmitidas por el agua". Sus agentes patógenos son biológicos, más que químicos, y los males que provocan casi siempre son contagiosos. Por lo general, los agentes patógenos pertenecen al grupo de los microorganismos, que se transmiten en las heces excretadas por individuos infectados o por ciertos animales. De forma que estas enfermedades se suelen contraer al ingerirlos en forma de agua o de alimentos, contaminados por esas heces (vía fecal-oral). Los patógenos humanos transmitidos por el agua incluyen muchos tipos de microorganismos tales como: bacterias, virus, protozoos y, en ocasiones, helmintos (lombrices), todos ellos muy diferentes en tamaño, estructura y composición. (LECLERC, H. et al, 2001).

2.3.2. Aspectos Microbiológicos de la Calidad del Agua:

El riesgo de contraer enfermedades transmitidas por el agua aumenta con el grado de presencia de microorganismos patógenos. Sin embargo, la relación no necesariamente es simple y depende de otros factores tales como la dosis infecciosa y la susceptibilidad del huésped. El agua para consumo humano es solo uno de los vehículos de transmisión de enfermedades. A causa de la multiplicidad de vías de transmisión, no solo el mejoramiento de la calidad del agua y la disponibilidad del agua, sino también la disposición sanitaria de excretas y la aplicación de adecuadas reglas de higiene, son factores importantes en la reducción de la morbilidad y la mortalidad causada por diarreas. (OPS, 2007)

Independientemente de los agentes que afectan la calidad del agua para consumo humano, es necesario tener en cuenta los riesgos causados por la pobre protección de las fuentes de agua, el inadecuado manejo del agua durante el proceso de tratamiento y la mala conservación de su calidad a nivel de redes de distribución e intradomiciliario. Sin embargo, la ausencia de enfermedades en comunidades abastecidas con un agua de mala calidad o dudosa calidad no significa que la población no esté sujeta a riesgos que puedan desencadenar una epidemia. (OPS, 2007)

Aunque los agentes patógenos típicos transmitidos por el agua son capaces de sobrevivir en el agua de consumo, la mayoría no crecen ni proliferan en el agua.

Microorganismos como *Campylobacter* y *E. coli* pueden acumularse en los sedimentos y movilizarse al aumentar el caudal de agua. (OMS, 2006)

Tras abandonar el organismo de su hospedador, la viabilidad y la capacidad infecciosa de la mayoría de los agentes patógenos disminuye gradualmente. Su número disminuye normalmente de forma exponencial, y transcurrido cierto tiempo no podrá detectarse su presencia. Los agentes patógenos con persistencia baja deben encontrar rápidamente nuevos hospedadores y es más probable su transmisión por contacto de persona a persona o por una higiene personal deficiente que por el agua de consumo. Varios factores influyen en la persistencia, de los que la temperatura es el más importante. El número de microorganismos disminuye habitualmente con mayor rapidez a temperaturas más altas y la tasa de disminución puede verse potenciada por los efectos letales de la radiación UV de la luz solar que incide en la zona superficial del agua. (Vargas et.al. 2000).

2.3.3. Bacterias transmitidas por el agua

Escherichia coli, generalmente las cepas de *E. coli* que colonizan el intestino son comensales, sin embargo dentro de esta especie se encuentran bacterias patógenas causantes de una diversidad de enfermedades gastrointestinales.

Dentro de los *E. coli* patógenos se incluyen: *E. coli* enteropatogénico, *E. coli* enterotoxigénico, *E. coli* enteroinvasivo, *E. coli* enterohemorrágico, *E. coli* enteroadherente, *E. coli* enteroagregativo.

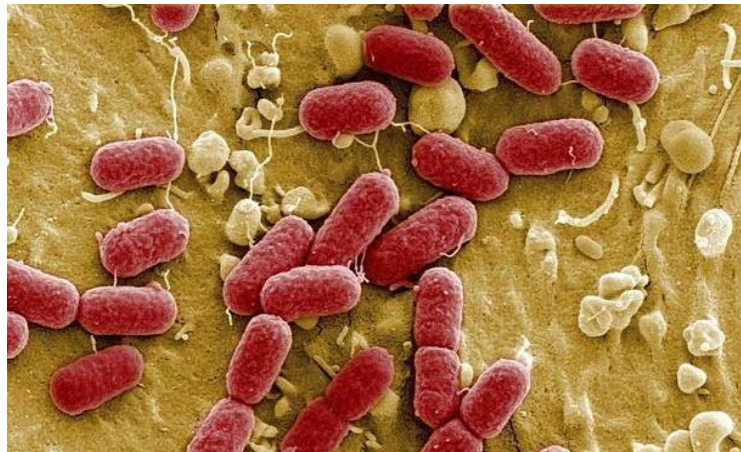


Foto N° 01: *Escherichia Coli*

2.3.4. Calidad microbiológica del agua

A causa de las enfermedades de origen hídrico y el interés de controlarlas, los estudios bacteriológicos del agua se han orientado, en su mayor parte, hacia sus aspectos sanitarios. Uno de los criterios, utilizado para determinar la calidad sanitaria del agua, es la clase y número de bacterias que se encuentran presentes. En general, los métodos utilizados están diseñados para detectar el grado de contaminación del agua con desechos de origen humano y/o animal. (FATTAL, B.; PELEG-OLEVSKY, E.; AGURSKY, T. & SHUVAL, H. 1987).

Tradicionalmente se han usado ensayos para la determinación de microorganismos indicadores más que para la determinación de patógenos. Los métodos usados para el aislamiento y el recuento de los microorganismos patógenos en agua, alimentos, etc. pueden no ser eficaces debido a que dichos microorganismos se encuentran en muy baja cantidad, sobre todo en presencia de números altos de otros microorganismos, o tienen una distribución irregular en el producto. (RAHMAN, M., 1985).

Aun cuando se cuenta con métodos sensibles, en general son largos y costosos; además, hay patógenos que no pueden determinarse en laboratorios no especializados, como, por ejemplo, el virus de la hepatitis A. (CEPIS/OPS 2000).

Estas dificultades han hecho que se utilicen grupos de microorganismos de detección y cuantificación más fáciles y cuya presencia en cierto número se considera como una indicación de que la muestra estuvo expuesta a condiciones que pudieron determinar la llegada a la misma de microorganismos peligrosos y/o permitir la proliferación de especies patógenas. Estos grupos de microorganismos se denominan "indicadores". Estos son organismos habitualmente asociados al tracto intestinal, cuya presencia en el agua indica que el agua ha recibido una contaminación de origen intestinal. (RAHMAN, M., 1985).

El grupo de bacterias coliformes ha sido siempre el principal indicador de calidad de los distintos tipos de agua; el número de coliformes en una muestra se usa como criterio de contaminación y por lo tanto, de calidad sanitaria de la misma. Los coliformes son bacilos Gram negativos, aerobios o anaerobios facultativos, que fermentan la lactosa con formación de gas cuando se incuban 48 horas a 35 °C. Incluye los géneros *Escherichia*, *Enterobacter*, *Klebsiella* y especies lactosa

positivas de otros géneros. En la práctica, los organismos coliformes son siempre miembros del grupo de las bacterias entéricas. Estas bacterias son adecuadas como indicadores porque son habitantes comunes del tracto intestinal, tanto de las personas como de los animales de sangre caliente, donde están presentes en grandes cantidades. También interesa la determinación de coliformes fecales que representan la fracción de coliformes presentes en intestinos y materias fecales del hombre o animales de sangre caliente (coliformes termotolerantes). Esto proporciona información importante sobre la fuente y el tipo de contaminación presente. (Hayes, 1993).

Un método muy utilizado para el recuento de coliformes en agua ha sido siempre el Número Más Probable (NMP), aunque se han ido variando los medios de cultivo, las condiciones y las técnicas de análisis, con el objetivo de obtener cada vez mayor sensibilidad y precisión, hasta el punto que se ha llegado a aceptar como método estándar. Los distintos métodos de NMP para coliformes totales se basan, en primera instancia, en una selección de los microorganismos que producen ácido y gas a partir de lactosa a 35°C. Por ello, el primer paso es siempre la siembra en tubos de algún caldo lactosado, con o sin inhibidores, con un tubo de fermentación que permite recoger el gas que pueda producirse. A esto sigue una confirmación en un medio líquido selectivo y/o una determinación de los coliformes fecales cuya diferenciación se realiza con base en el hecho de que pueda producir gas desde lactosa, en un medio apropiado cuando se incuba a 44,5°C mientras que los demás coliformes no.

También es utilizado el método de filtración por membrana para el recuento de bacterias coliformes totales y fecales. Es un método altamente reproducible, que puede usarse para analizar volúmenes de muestra relativamente grandes y con el que se obtienen resultados en menor tiempo que con el NMP. Sin embargo, no puede aplicarse a cualquier tipo de muestra y tiene sus limitaciones. Las bacterias coliformes dan colonias oscuras con brillo metálico en medio Endo, luego de 24 h de incubación a 35°C. La determinación de coliformes fecales se hace a partir de las colonias desarrolladas en Endo o directamente incubando la membrana en medio m-FC e incubando a 44,5°C. (PALMA, 1999).

2.3.5. Microorganismos indicadores

La gran variedad de bacterias patógenas que puedan encontrarse en una muestra de agua, así como la complejidad de la mayor parte de las técnicas de enriquecimiento y aislamiento, hacen inviable el control rutinario de todos aquellos microorganismos con importancia sanitaria. (SOTO et al, 2006).

Ello ha hecho necesario elegir unos tipos de microorganismos indicadores, que deben cumplir los siguientes requisitos:

- Ser fáciles de aislar, cultivar e identificar en el laboratorio.
- Ser relativamente inocuos para el hombre y los animales.
- Su presencia y concentración en el agua debe estar relacionada, cualitativamente y cuantitativamente, con de otros microorganismos, patógenos y/o de aislamiento más difícil.
- Ser más resistentes que los patógenos frente a los agentes desinfectantes. (OPS, 1997).

a. Coliformes totales

Los coliformes totales son un grupo de microorganismos que comprenden varios géneros de la familia enterobacteriaceae. Este grupo de microorganismos se encuentra ampliamente difundido en la naturaleza, agua suelo, además es habitante normal del tracto intestinal del hombre y animales de sangre caliente. Se caracterizan por ser bacilos Gram Negativos aerobios y anaerobios facultativos, son oxidasa negativa no formadores de esporas y son capaces de fermentar la lactosa a 35 a 37 °C en un tiempo máximo de 48 horas. (ORDOÑEZ, 2000)

Los géneros que componen el grupo de los coliformes son: *Escherichia*, *Klebsiella*, *Enterobacter*, y además, algunas especies de *Serratia*, *Citrobacter* y *Edwardsiella*.

Todos los coliformes pueden existir como saprófitos independiente o como microorganismos intestinales, excepto el género *Escherichia*, que básicamente tiene origen fecal. (AWWA-WPC, 2000)

Esto ha hecho distinguir entre coliformes totales (grupo que incluye a todos los coliformes de cualquier origen) y coliformes fecales (término que se designa a los coliformes de origen exclusivamente intestinal, es decir, al género *Escherichia*). De entre todos los coliformes, solo al género *Escherichia* y ocasionalmente *Klebsiella*, tienen la capacidad de fermentar la lactosa no solo a 35 – 37 °C, sino también a 44,5 °C. (CAMACHO A., 2009)

Así, solo la presencia de coliformes fecales *E. coli*, cultivadas a 44,5 °C, nos confirma la existencia de una contaminación microbiológica de origen fecal, mientras que la presencia de coliformes totales, cultivadas a 35 °C, solo nos indica la existencia de contaminación, sin informar sobre su origen. (MILLIPORE, 2005).

El análisis de aerobios totales a 22 y 37 °C proporciona una información de gran utilidad sobre el estado y evolución de la calidad general, y la eficiencia de los tratamientos de potabilización de la agua. (CARRERA y FIERRO, 1994).

b. Coliformes Termotolerantes

Los coliformes fecales, también denominados coliformes termotolerantes, se caracterizan por soportar temperaturas hasta 45 °C; comprende un grupo muy reducido de microorganismos, entre los que destaca *Escherichia coli* siendo el más reconocido representante de contaminación de alimentos por origen fecal, por tanto es el principal indicador de higiene en los alimentos. (ORDOÑEZ, 2000).

Escherichia coli se caracteriza por ser una bacteria Gram. negativa, capaz de fermentar la lactosa a una temperatura entre 44 °C y 44,5 °C, es indol positivo, y tiene un origen específicamente fecal, pues está siempre presente en las heces de los seres vivos de sangre caliente y rara vez se encuentra en agua o suelo que no haya sufrido un tipo de contaminación fecal.

2.3.6. Vigilancia y control de la calidad del agua

La vigilancia de la calidad del agua de consumo puede definirse como la «evaluación y examen, de forma continua y vigilante, desde el punto de vista de la salud pública, de la inocuidad y aceptabilidad de los sistemas de abastecimiento de agua de consumo». (OMS, 1985).

La vigilancia es una actividad de investigación que se realiza para detectar y evaluar posibles riesgos para la salud asociados al agua de consumo. La vigilancia contribuye a proteger la salud pública fomentando la mejora de los llamados «indicadores de servicio» del abastecimiento de agua de consumo: calidad, cantidad, accesibilidad, cobertura (poblaciones con acceso fiable), asequibilidad y continuidad. La autoridad de vigilancia debe tener competencia para determinar si un proveedor de agua está cumpliendo sus obligaciones. (D.S. N° 031 – 2010 SA.). En la mayoría de los países, el organismo responsable de la vigilancia de los servicios de abastecimiento de agua de consumo es el ministerio de salud (o de salud pública) y sus oficinas regionales o departamentales. En algunos países, la responsabilidad puede recaer en un organismo de protección del medio ambiente, mientras que en otros pueden tener cierta responsabilidad las oficinas de salud ambiental de los gobiernos locales. (Guías para la Calidad del Agua Potable, 2004)

Según el Artículo 14 del Reglamento de la Calidad de Agua de Consumo Humano del 2010 de nuestro país dice: La DIGESA y las Direcciones de Salud o las Direcciones Regionales de Salud o las Gerencias Regionales de Salud en todo el Perú, administran el programa de vigilancia sanitaria del abastecimiento del agua, concordante a sus competencias y con arreglo al presente Reglamento. Las acciones del programa de vigilancia se organizan de acuerdo a los siguientes criterios:

- a. Registro:** Identificación de los proveedores y caracterización de los sistemas de abastecimiento de agua.

- b. Ámbito:** Definición de las zonas de la actividad básica del programa de vigilancia, distinguiendo el ámbito de residencia: urbano, peri urbano y rural, a fin de determinar la zona de trabajo en áreas geográficas homogéneas en cuanto a tipo de suministro, fuente y administración del sistema de abastecimiento del agua.

- c. Autorización sanitaria:** Permiso que otorga la autoridad de salud que verifica los procesos de potabilización el agua para consumo humano, garantizando la remoción de sustancias o elementos contaminantes para la protección de la salud.

d. Monitoreo: Seguimiento y verificación de parámetros físicos, químicos, microbiológicos u otros señalados en el presente Reglamento, y de factores de riesgo en los sistemas de abastecimiento del agua.

e. Calidad del agua: Determinación de la calidad del agua suministrada por el proveedor, de acuerdo a los requisitos físicos, químicos, microbiológicos y parasitológicos del agua para consumo humano establecidos en el presente Reglamento.

f. Desarrollo de indicadores: Procesamiento y análisis de los resultados de los monitoreos de la calidad del agua, del sistema de abastecimiento y del impacto en la morbilidad de las enfermedades de origen o vinculación al consumo del agua.

Uno de los objetivos de un programa de vigilancia debe ser garantizar la pronta adopción de medidas para evitar los problemas y que se corrijan las averías. En ocasiones, puede ser preciso aplicar multas para fomentar y garantizar el cumplimiento de las normas. Por consiguiente, el organismo encargado de la vigilancia debe estar respaldado por leyes sólidas y aplicables. No obstante, es importante que dicho organismo desarrolle una relación positiva con los proveedores y les preste apoyo, recurriendo a la aplicación de multas como último recurso (Guías para la calidad del agua potable OMS).

Las leyes deben facultar al organismo de vigilancia a obligar a los proveedores de agua a que recomienden que se hierva el agua o se apliquen otras medidas cuando se detecte la presencia de contaminación microbiana que pudiera poner en peligro la salud pública. (Guías para la calidad del agua potable, 2004).

2.3.7. Verificación de la calidad microbiológica

La verificación de la calidad microbiológica del agua de un sistema de abastecimiento debe diseñarse de modo que garantice la máxima probabilidad de detectar la contaminación. Por consiguiente, la toma de muestras debe tener en cuenta las posibles variaciones de la calidad del agua en el sistema de distribución. Esto implicará generalmente tener en cuenta en qué lugares y momentos la contaminación es más probable (GUARÍN, 2010).

En los sistemas cuyos resultados de análisis de bacterias indicadoras de contaminación fecal son predominantemente negativos, puede aumentarse la probabilidad de detectar contaminación realizando análisis de presencia/ausencia (P/A) más frecuentes. Los análisis de P/A pueden ser más sencillos, rápidos y baratos que los métodos cuantitativos. Se ha demostrado en estudios comparativos de métodos de P/A y cuantitativos que los primeros pueden proporcionar una eficacia máxima de detección de bacterias indicadoras de contaminación fecal. No obstante, los análisis de P/A sólo son apropiados en sistemas con resultados predominantemente negativos de los análisis de bacterias indicadoras. (Guías para la calidad del agua potable, 2004).

2.3.8. Legislación Peruana

Requisitos de calidad del agua para consumo humano. D.S. N° 031-2010-SA.

Artículo 59°.- Agua apta para el consumo humano

Es toda agua inocua para la salud que cumple los requisitos de calidad establecidos en el presente Reglamento.

Artículo 60°.- Parámetros microbiológicos y otros organismos

Toda agua destinada para el consumo humano, como se indica en el Anexo I, debe estar exenta de:

1. Bacterias coliformes totales, termotolerantes y *Escherichia coli*,
2. Virus;
3. Huevos y larvas de helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos;
4. Organismos de vida libre, como algas, protozoarios, copépedos, rotíferos y nemátodos en todos sus estadios evolutivos; y
5. Para el caso de Bacterias Heterotróficas menos de 500 UFC/ml a 35°C.

Artículo 63°.- Parámetros de control obligatorio (PCO)

Son parámetros de control obligatorio para todos los proveedores de agua, los siguientes:

1. Coliformes totales;
2. Coliformes termotolerantes;
3. Color;
4. Turbiedad;
5. Residual de desinfectante; y
6. pH.

En caso de resultar positiva la prueba de coliformes termotolerantes, el proveedor debe realizar el análisis de bacterias *Escherichia coli*, como prueba confirmativa de la contaminación fecal.

CAPÍTULO III: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADO

3.1. Población y muestra:

3.1.1. Población:

Cuadro N° 05: Población

Cuadro N°01: Clasificación por Zonas que tienen similitud.		
Zona		Viviendas
Zona 01	Calle Cajamarca	5
Zona 02	Calle Confraternidad	2
Zona 03	Calle Piedad	5
Zona 04	Girasoles	1
Zona 05	Jr. Libertad	10
Zona 06	Jr. Porvenir	4
Zona 07	Jr. Progreso	5
Zona 08	Jr. Trujillo	17
Zona 09	Laureles	1
Zona 10	Manguitos	1
Zona 11	Piñones	1
Total		52

Fuente: Elaboración Propia.

3.1.2. Muestra:

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * p * q}{d^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q}$$

Fórmula estadística para poblaciones finitas (GUARÍN, 2010)

$$n = \frac{181 * (1,96^2 * 0,05) * 0,95}{0,05^2 * (181 - 1) + 1,96^2 * 0,05 * 0,95}$$

$$n = 52$$

N = 52 muestras

N = Total de la población

Z α = Valor de Z para un nivel de confianza del 95% Z = (1.96)²

p = Proporción esperada 5 % = 0.05

q = 1 – p (en este caso es 1 – 0.05 = 0.95)

d = precisión (5%)

3.2. Nivel de confianza y grado de significancia

Z_{α} = Valor de Z para un nivel de confianza del 95% $Z = (1.96)^2$

3.3. Tamaño de la muestra representativa

Las muestras representativas para el análisis microbiológico son de 52 viviendas que se han muestreado en los grifos (ver anexo N° 04).

3.4. Análisis e Interpretación de resultados

3.4.1. Análisis

Se realizó la medición de pH del agua con tiras medidoras de pH ya que en el anexo II del D.S. N° 031-2010-SA. el Límite Máximo Permisible de parámetros de calidad organoléptica es 6,5 a 8,5 cumpliéndose con el parámetro.

Cuadro N° 06: Resultados de las muestras de agua recogidas en los grifos de las viviendas del centro urbano del distrito Simbal por zonas de muestreo.

Resultados de las muestras				
Zonas	C. Totales 35 °C	C. Termotolerantes 44°C	E. Coli	pH
	NMP/100 ml.	NMP/100 ml.	NMP/100 ml.	[H]+
1	6,1	5,4	0	6,5
	7,3	7,3	0	6,5
	5,6	5,6	0	6,5
	6,1	6,1	0	6,5
	6,8	6,1	0	6,5
2	5,4	4,5	0	6,5
	5,4	5,4	0	6,5
3	5,5	5,5	0	6,5
	6,1	6,1	0	6,5
	5,6	5,6	0	6,5
	6,8	6,1	0	6,5
	5,4	4,5	0	6,5
4	6,8	6,1	0	6,5
5	6,8	6,1	0	6,5
	6,1	5,4	0	6,5
	6,8	6,1	0	6,5
	6,1	5,4	0	6,5
	7,5	7,3	0	6,5

	5,5	4,5	0	6,5
	6,8	6,1	0	6,5
	5,4	5,4	0	6,5
	6,8	6,1	0	6,5
	6,1	6,1	0	6,5
6	6,1	5,4	0	6,5
	6,8	6,1	0	6,5
	6,1	6,1	0	6,5
	5,4	5,4	0	6,5
7	6,1	5,6	0	6,5
	5,6	5,4	0	6,5
	6,8	6,1	0	6,5
	5,4	5,4	0	6,5
	6,1	6,1	0	6,5
8	7,5	7,3	0	6,5
	7,5	6,1	0	6,5
	5,4	5,4	0	6,5
	6,1	6,1	0	6,5
	6,8	6,1	0	6,5
	6,1	5,4	0	6,5
	7,3	6,1	0	6,5
	7,5	6,1	0	6,5
	6,1	5,4	0	6,5
	7,3	6,8	0	6,5
	6,8	6,8	0	6,5
	6,1	5,4	0	6,5
	6,1	6,1	0	6,5
	5,4	5,4	0	6,5
	5,4	5,4	0	6,5
	7,8	4,5	0	6,5
7,8	4,5	0	65	
9	6,8	6,1	0	6,5
10	7,3	5,4	0	6,5
11	5,4	3,6	0	6,5

Fuente: Elaborado por la tesista.

Relación de C. Totales, C. Termotolerantes, E. Coli, pH

$$t_c = \frac{r\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}}$$

r = 0,507
n = 52

$$t_c = 4,357$$

Cuadro N° 07: Correlación entre Coliformes Totales, Coliformes Termotolerantes, E.Coli y pH.

	C. Totales	C. Termotolerantes	E. Coli	
C. Termotolerantes	0,510			
	0,000			
E. Coli	*		*	
	*		*	
pH	*		*	*
	*		*	*

Fuente: Elaborado por la tesista.

$$t_t (\alpha, n - 2 g.l.)$$

$$t_t (0,05, 50)$$

$$t_t (1,6759)$$

H₀: Independencia

H_A: Correlación

Regla: Si $t_c < t_t$

No se rechaza hipótesis nula (H₀)

Decisión: Si se rechaza la hipótesis nula.

Con un nivel de confianza del 95 % se demuestra que hay correlación entre C. Totales y C. Termotolerantes.

Por lo que ha más C. Totales más C. Termotolerantes.

Análisis de Varianza con un factor (Coliformes Totales)

Método

Hipótesis nula Todas las medias son iguales
 Hipótesis alterna Por lo menos una media es diferente
 Nivel de significancia $\alpha = 0,05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor Niveles Valores
 Factor 6 Zona 1, Zona 3, Zona 5, Zona 6, Zona 7, Zona 8

Cuadro N° 08: Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	5	4,352	0,8704	1,55	0,190
Error	53	29,72	0,5608		
Total	58	34,072			

Fuente: Elaborado por la tesista.

Cuadro N° 09: Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0.748836	12.77%	4.54%	0.00%

Fuente: Elaborado por la tesista.

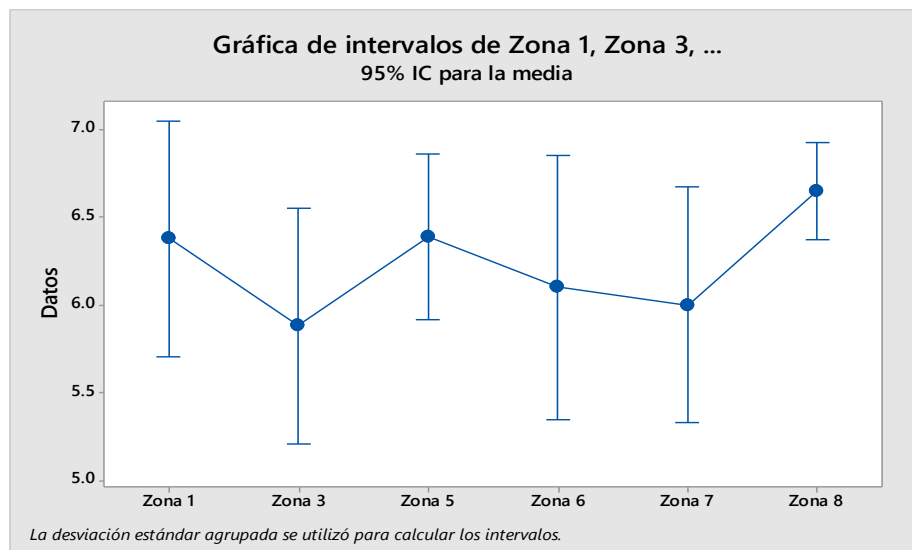
Cuadro N° 10: Medias.

Factor	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
Zona 1	5	6,380	0,669	(5,708; 7,052)
Zona 3	5	5,880	0,581	(5,208; 6,552)
Zona 5	10	6,390	0,661	(5,915; 6,865)
Zona 6	4	6,100	0,572	(5,349; 6,851)
Zona 7	5	6,000	0,543	(5,328; 6,672)
Zona 8	30	6,650	0,841	(6,376; 6,924)

Fuente: Elaborado por la tesista.

Desv. Est. agrupada = 0,748836

Gráfico N° 01: Desviación Estándar de Coliformes Totales.



Fuente: Elaborado por la tesista.

Análisis de Varianza con un factor (Coliformes Termotolerantes)

Método

Hipótesis nula Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna Por lo menos una media es diferente
Nivel de significancia $\alpha = 0.05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor Niveles Valores

Factor 6 Zona 1, Zona 3, Zona 5, Zona 6, Zona 7, Zona 8

Cuadro N° 11: Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	5	3,482	0,6964	1.32	0.276
Error	40	21,127	0,5282		
Total	45	24,610			

Fuente: Elaborado por la tesista.

Cuadro N° 12: Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0,726763	14,15%	3,42%	0.00%

Fuente: Elaborado por la tesista.

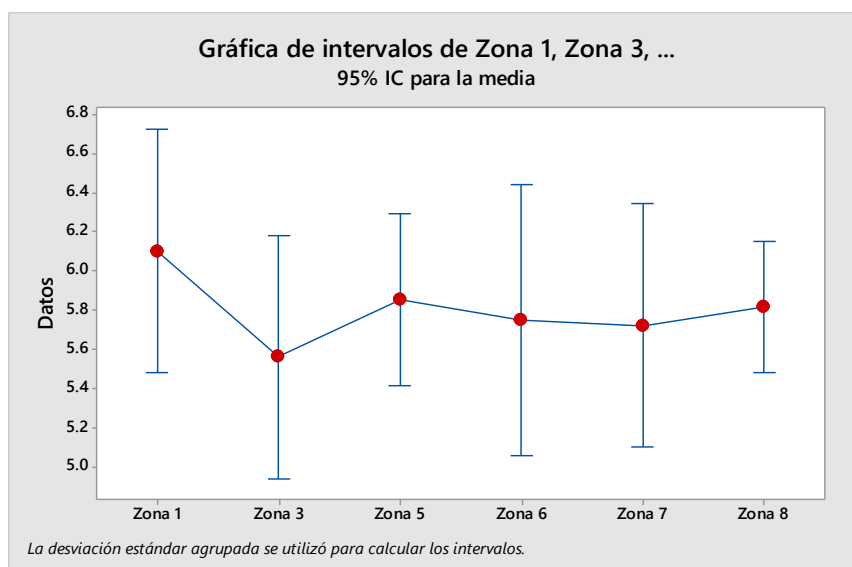
Cuadro N° 13: Medias

Factor	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
Zona 1	5	6,380	0,669	(5,723; 7,037)
Zona 3	5	5.880	0,581	(5,223; 6,537)
Zona 5	10	6.390	0,661	(5,926; 6,289)
Zona 6	4	6.100	0,572	(5,366; 6,834)
Zona 7	5	6.000	0,543	(5,343; 6,657)
Zona 8	17	6.647	0,862	(6,291; 7,003)

Fuente: Elaborado por la tesista.

Desv. Est. agrupada = 0,686653

Gráfico N° 02: Desviación Estándar de Coliformes Termotolerantes.



Fuente: Elaborado por la tesista.

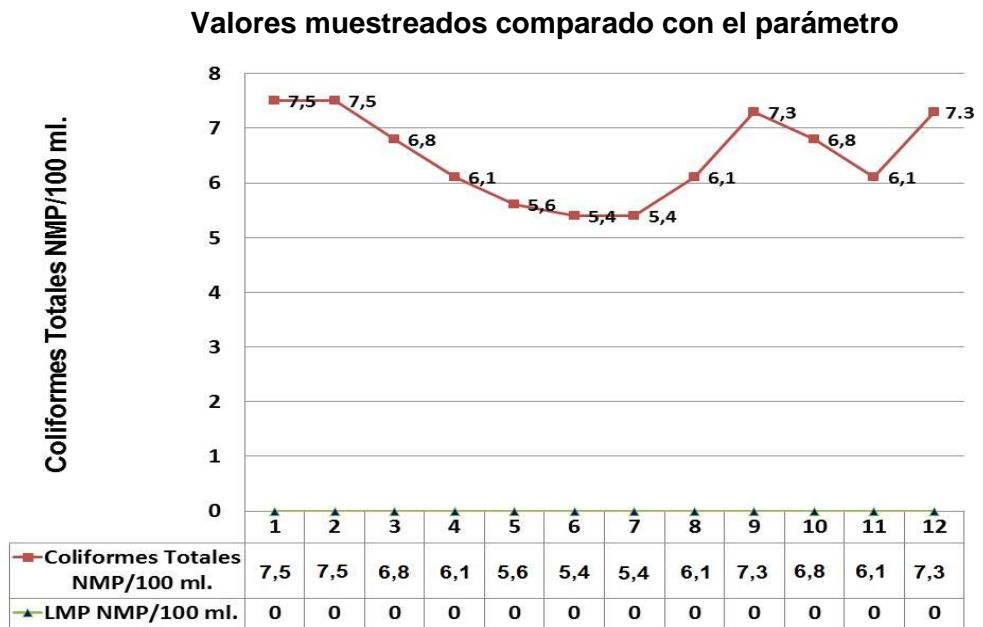
Fecha de Toma de muestra:

Cuadro N° 14: Comparación de los resultados con el LMP (D.S. 031-2010-SA.)

Fecha: 13/06/2016						
Muestra N°	Recuento de Coliformes Totales a 35 °C	LMP (D.S. 031-2010-SA.)	Recuento de Coliformes Termotolerantes a 44,5 °C	LMP (D.S. 031-2010-SA.)	<i>E. coli</i>	LMP (D.S. 031-2010-SA.)
	NMP/100 mL	NMP/100 mL	NMP/100 mL	NMP/100 mL	NMP/100 mL	NMP/100 mL
01	7,5	0	7,3	0	0	0
02	7,5		6,1		0	
03	6,8		6,1		0	
04	6,1		5,6		0	
05	5,6		5,4		0	
06	5,4		5,4		0	
07	5,4		3,6		0	
08	6,1		5,4		0	
09	7,3		5,4		0	
10	6,8		6,1		0	
11	6,1		5,4		0	
12	7,3		7,3		0	

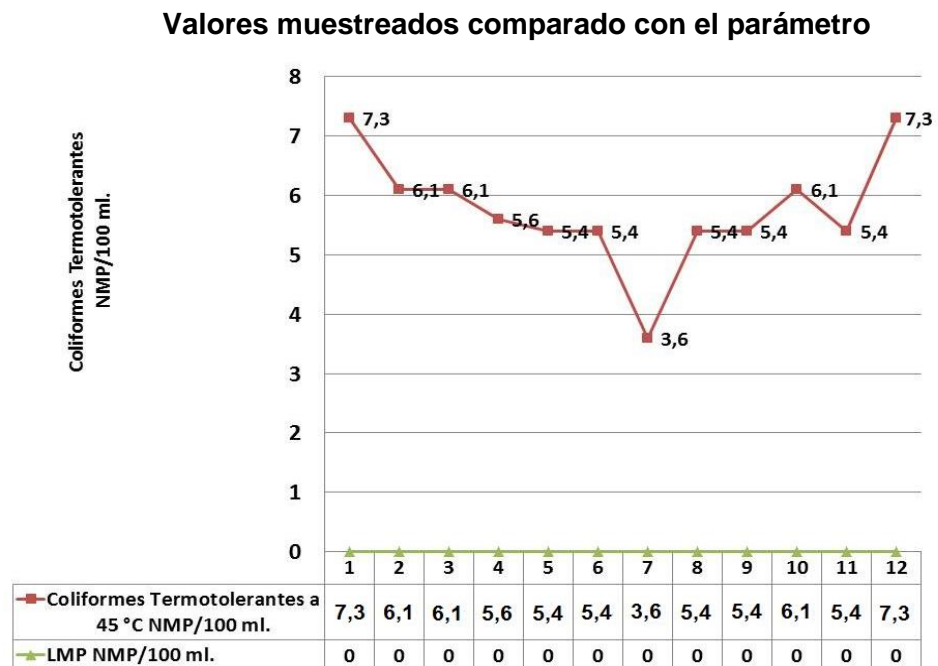
Fuente: Elaborado por la tesista.

Gráfico N° 03: Coliformes Totales comparado con el LMP (D.S. 031-2010-SA.)



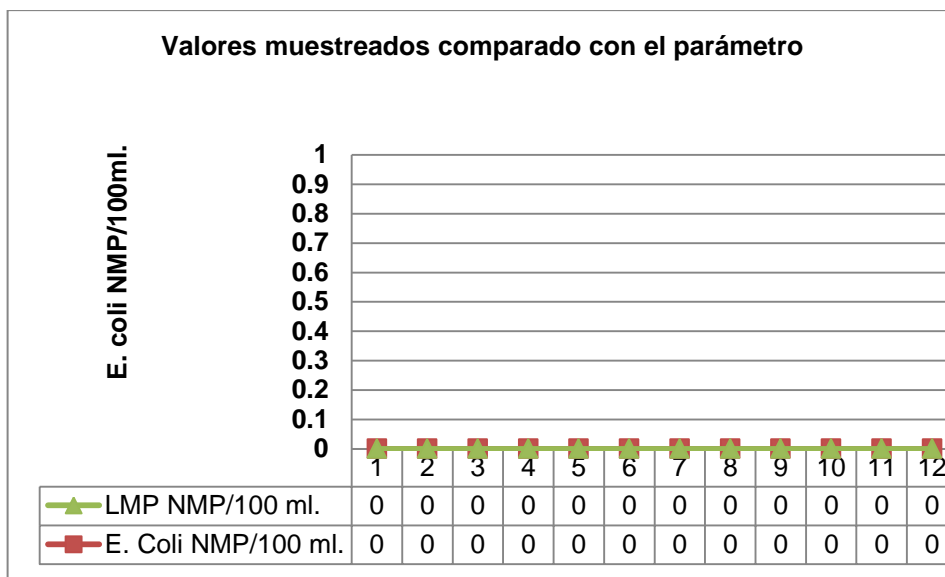
Fuente:Elaborado por la tesista.

Gráfico N° 04: Coliformes Termotolerantes comparado con el LMP (D.S. 031-2010-SA.)



Fuente: Elaborado por la tesista.

Gráfico N° 05: *E. Coli* comparado con el LMP (D.S. 031-2010-SA.)



Fuente: Elaborado por la tesista.

Fecha de Toma de muestra:

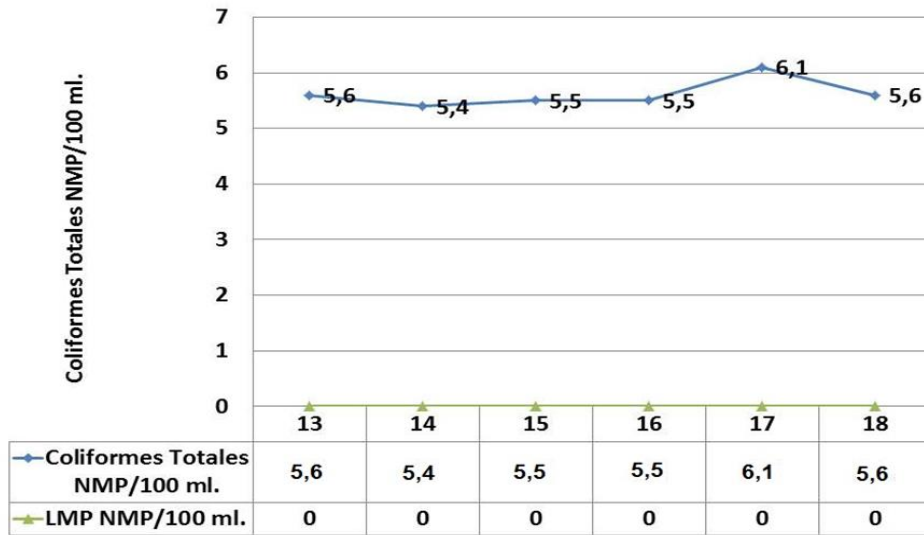
Cuadro N° 15: Comparación de los resultados con el LMP (D.S. 031-2010-SA.)

Fecha: 16/06/2016						
Muestra N°	Recuento de Coliformes Totales a 35 °C NMP/100 mL	LMP (D.S. 031-2010-SA.) NMP/100 mL	Recuento de Coliformes Termotolerantes a 44,5 °C NMP/100 mL	LMP (D.S. 031-2010-SA.) NMP/100 mL	<i>E. coli</i> NMP/100 mL	LMP (D.S. 031-2010-SA.) NMP/100 mL
13	5,6	0	5,6	0	0	0
14	5,4		4,5		0	
15	5,4		5,4		0	
16	5,5		5,5		0	
17	6,1		6,1		0	
18	5,6		5,6		0	

Fuente: Elaborado por la tesista.

Gráfico N° 06: Coliformes Totales comparado con el LMP (D.S. 031-2010-SA.)

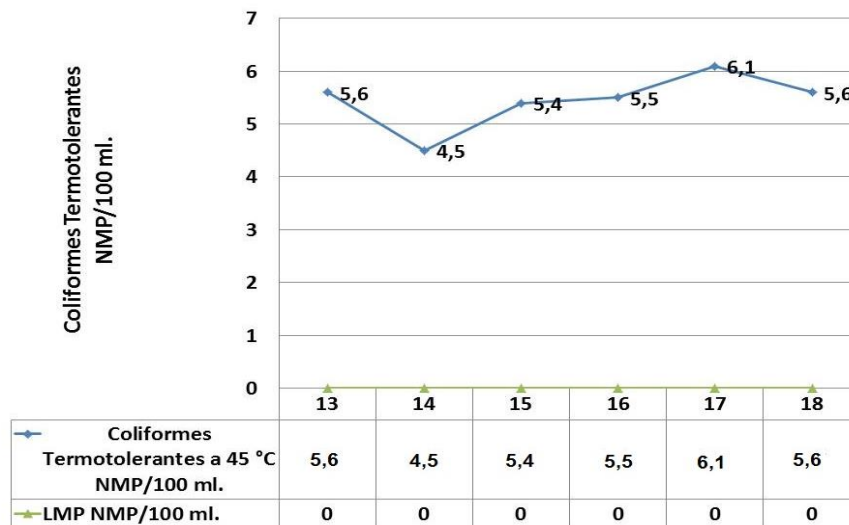
Valores muestreados comparado con el parámetro



Fuente: Elaborado por la tesista.

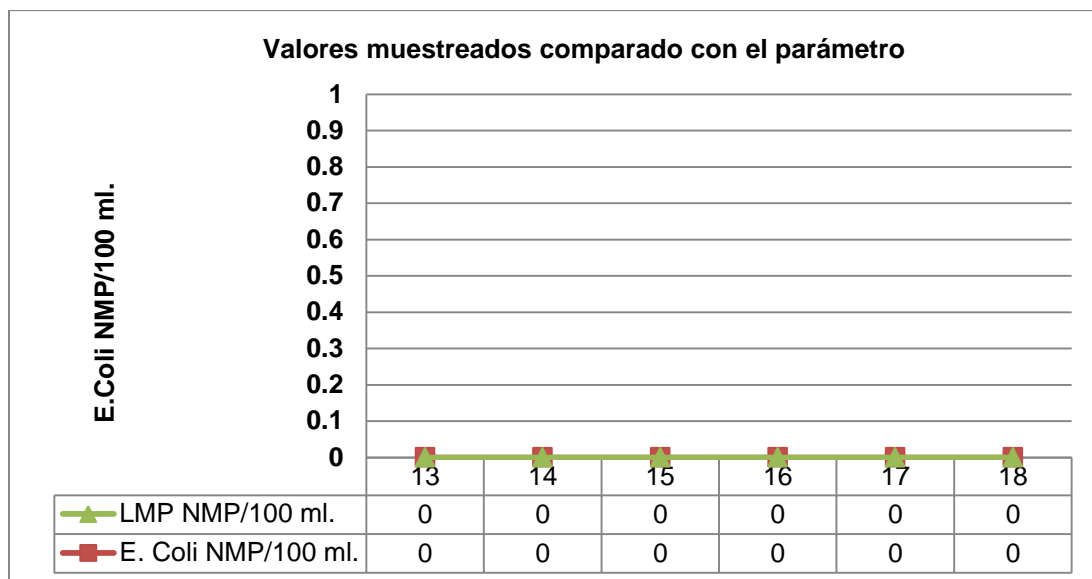
Gráfico N° 07: Coliformes Termotolerantes comparado con el LMP (D.S. 031-2010-SA.)

Valores muestreados comparado con el parámetro



Fuente: Elaborado por la tesista.

Gráfico N° 08: *E. Coli* comparado con el LMP (D.S. 031-2010-SA.)



Fuente: Elaborado por la tesista.

Fecha de Toma de muestra:

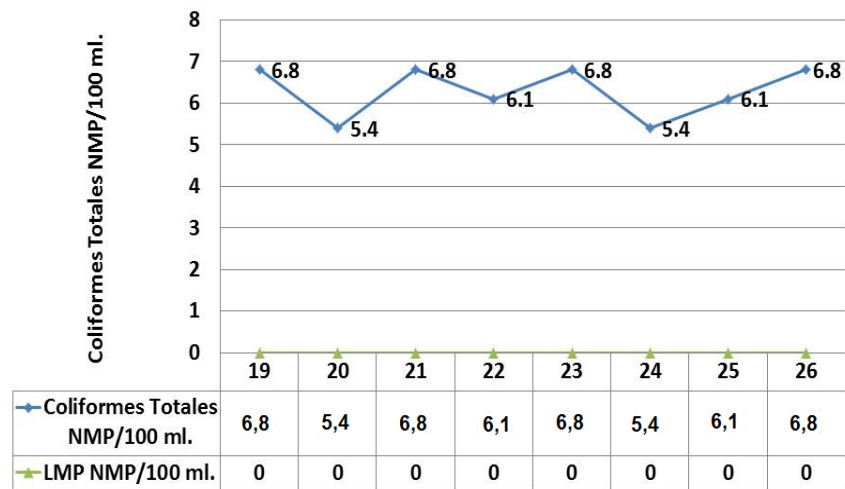
Cuadro N° 16: Comparación de los resultados con el LMP (D.S. 031-2010-SA.)

Fecha: 18/06/2016						
Muestra N°	Recuento de Coliformes Totales a 35 °C NMP/100 mL	LMP (D.S. 031-2010-SA.) NMP/100 mL	Recuento de Coliformes Termotolerantes a 44,5 °C NMP/100 mL	LMP (D.S. 031-2010-SA.) NMP/100 mL	<i>E. coli</i> NMP/100 mL	LMP (D.S. 031-2010-SA.) NMP/100 mL
19	6,8	0	6,1	0	0	0
20	5,4		4,5		0	
21	6,8		6,1		0	
22	6,1		6,1		0	
23	6,8		6,1		0	
24	5,4		5,4		0	
25	6,1		6,1		0	
26	6,8		6,1		0	

Fuente: Elaborado por el tesista.

Gráfico N° 09: Coliformes Totales comparado con el LMP (D.S. 031-2010-SA.)

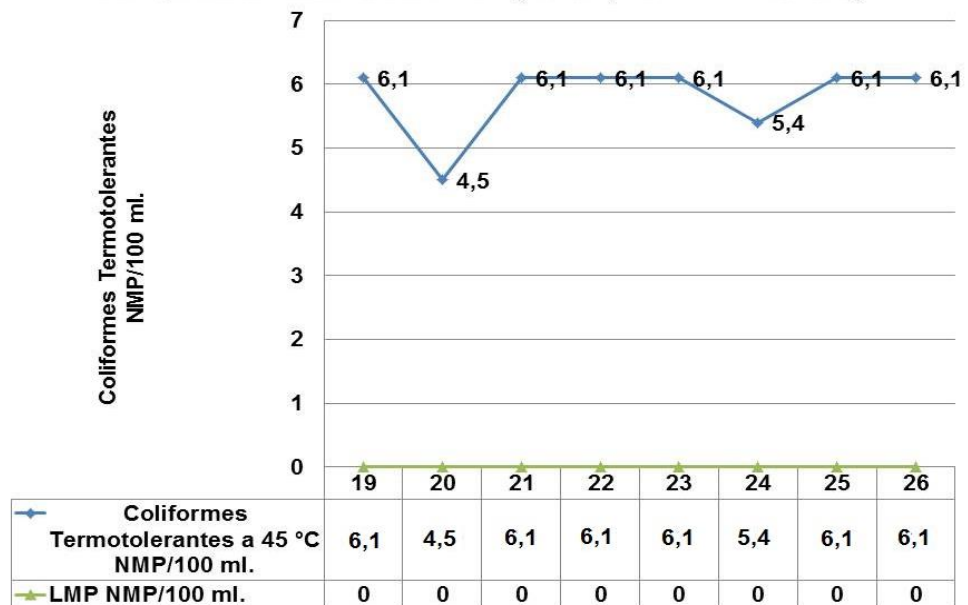
Valores muestreados comparado con el parámetro



Fuente: Elaborado por la tesista.

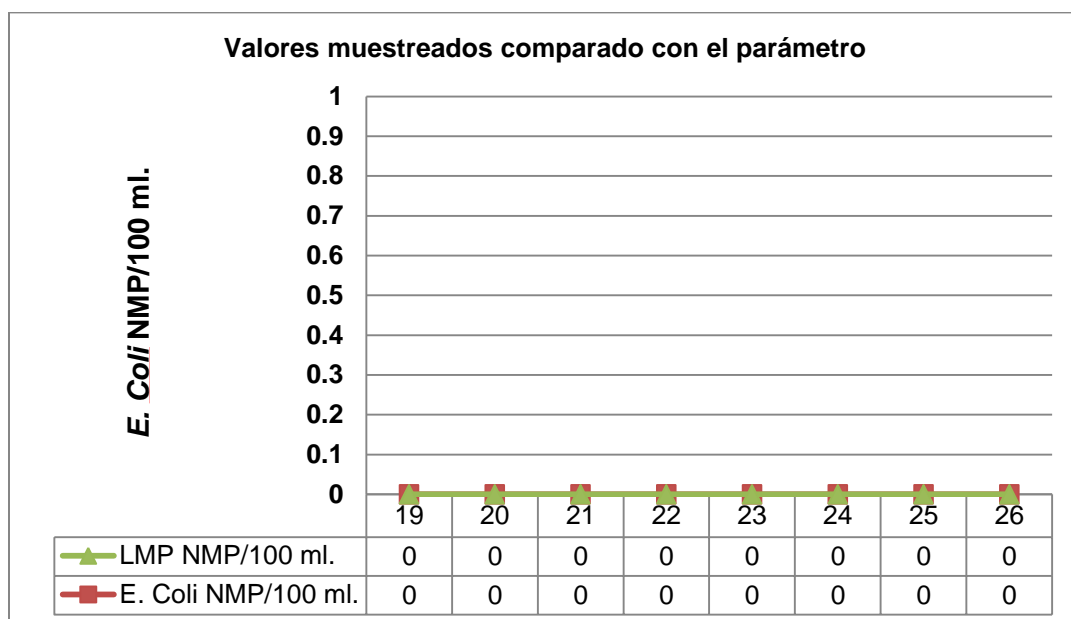
Gráfico N° 10: Coliformes Termotolerantes comparado con el LMP (D.S. 031-2010-SA.)

Valores muestreados comparado con el parámetro



Fuente: Elaborado por la tesista.

Gráfico N° 11: *E.Coli* comparado con el LMP (D.S. 031-2010-SA.)



Fuente: Elaborado por la tesista.

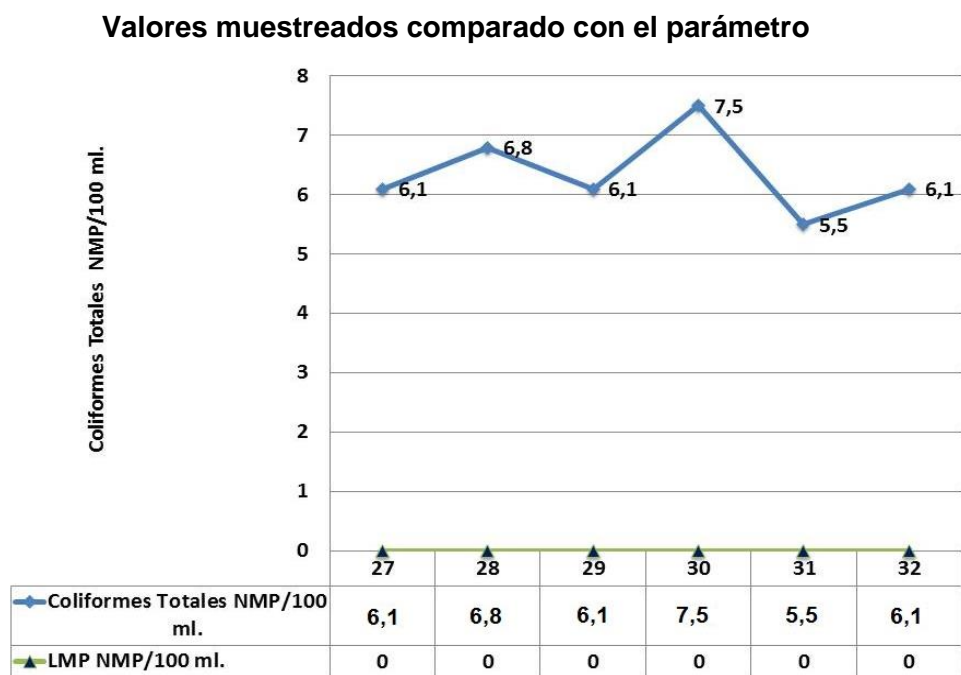
Fecha de Toma de muestra:

Cuadro N° 17: Comparación de los resultados con el LMP (D.S. 031-2010-SA.)

Fecha: 05/07/2016						
Muestra N°	Recuento de Coliformes Totales a 35 °C	LMP (D.S. 031-2010-SA.)	Recuento de Coliformes Termotolerantes a 44,5 °C	LMP (D.S. 031-2010-SA.)	<i>E. coli</i>	LMP (D.S. 031-2010-SA.)
	NMP/100 mL	NMP/100 mL	NMP/100 mL	NMP/100 mL	NMP/100 mL	NMP/100 mL
27	6,1	0	5,4	0	0	0
28	6,8		6,1		0	
29	6,1		5,4		0	
30	7,5		7,3		0	
31	5,5		4,5		0	
32	6,1		6,1		0	

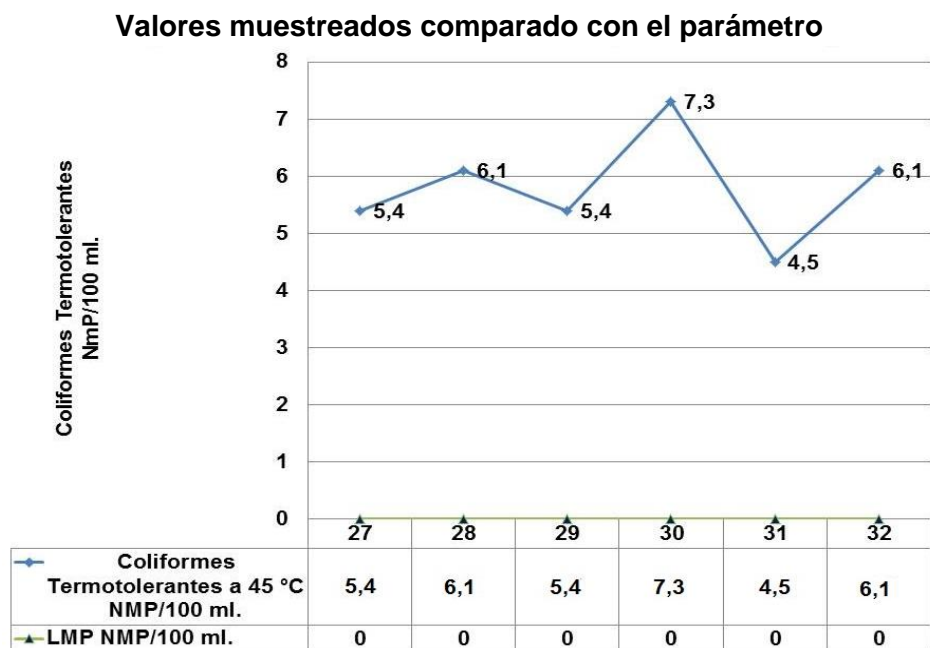
Fuente: Elaborado por la tesista.

Gráfico N° 12: Coliformes Totales comparado con el LMP (D.S. 031-2010-SA.)



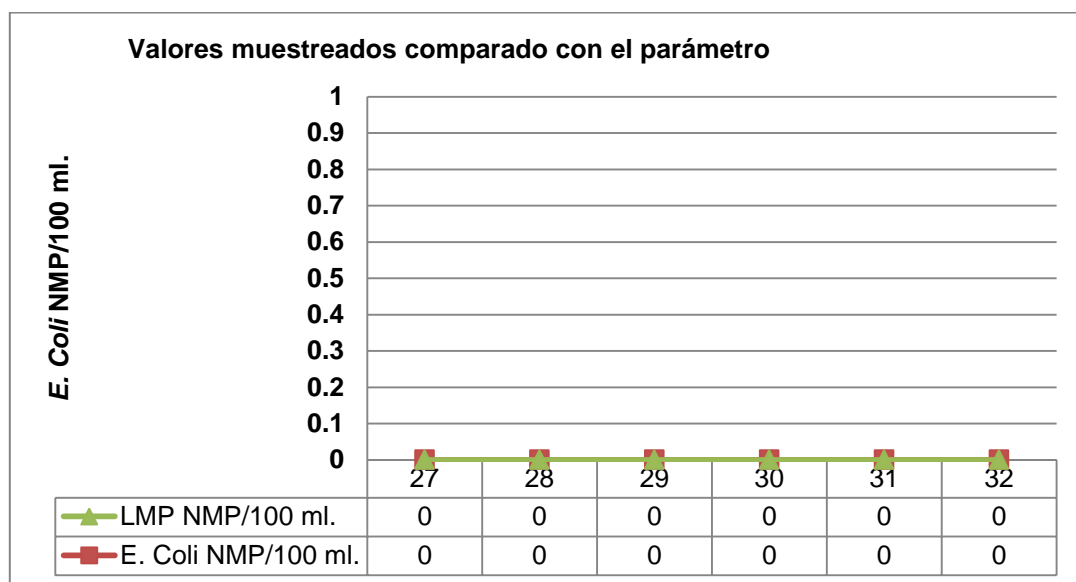
Fuente: Elaborado por la tesista.

Gráfico N° 13: Presencia de Coliformes Termotolerantes comparado con el LMP (D.S. 031-2010-SA.)



Fuente: Elaborado por la tesista.

Gráfico N° 14: Ausencia de *E.Coli* comparado con el LMP (D.S. 031-2010-SA.)



Fuente: Elaborado por la tesista.

Fecha de Toma de muestra:

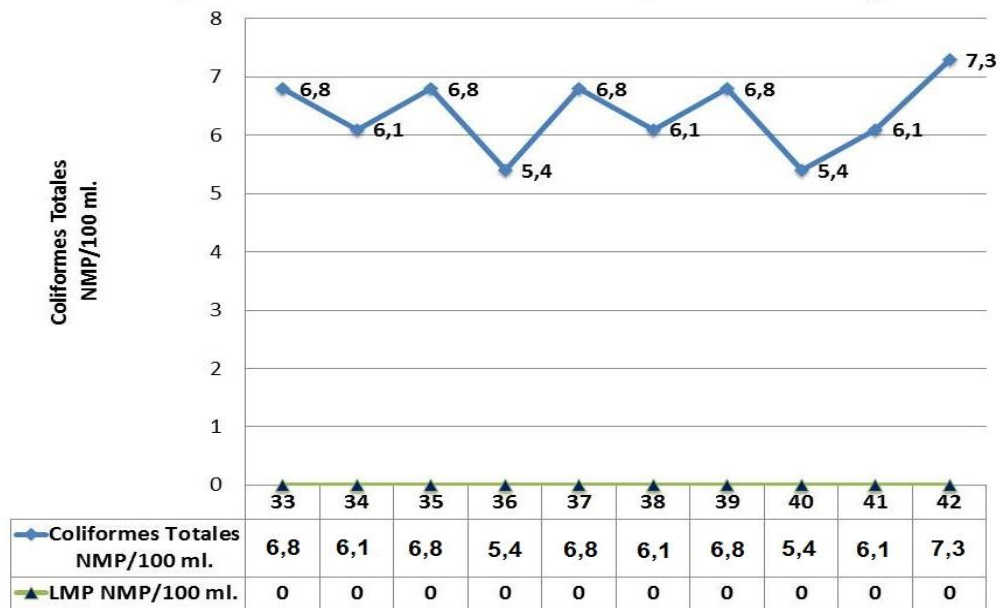
Cuadro N° 18: Comparación de los resultados con el LMP (D.S. 031-2010-SA.)

Fecha: 05/07/2016						
Muestra N°	Recuento de Coliformes Totales a 35 °C NMP/100 mL	LMP (D.S. 031-2010-SA.) NMP/100 mL	Recuento de Coliformes Termotolerantes a 44,5 °C NMP/100 mL	LMP (D.S. 031-2010-SA.) NMP/100 mL	<i>E. coli</i> NMP/100 mL	LMP (D.S. 031-2010-SA.) NMP/100 mL
33	6,8	0	6,1	0	0	0
34	6,1		6,1		0	
35	6,8		6,1		0	
36	5,4		5,4		0	
37	6,8		6,1		0	
38	6,1		6,1		0	
39	6,8		6,1		0	
40	5,4		5,4		0	
41	6,1		5,4		0	
42	7,3		6,1		0	

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico N° 15: Coliformes Totales comparado con el LMP (D.S. 031-2010-SA.)

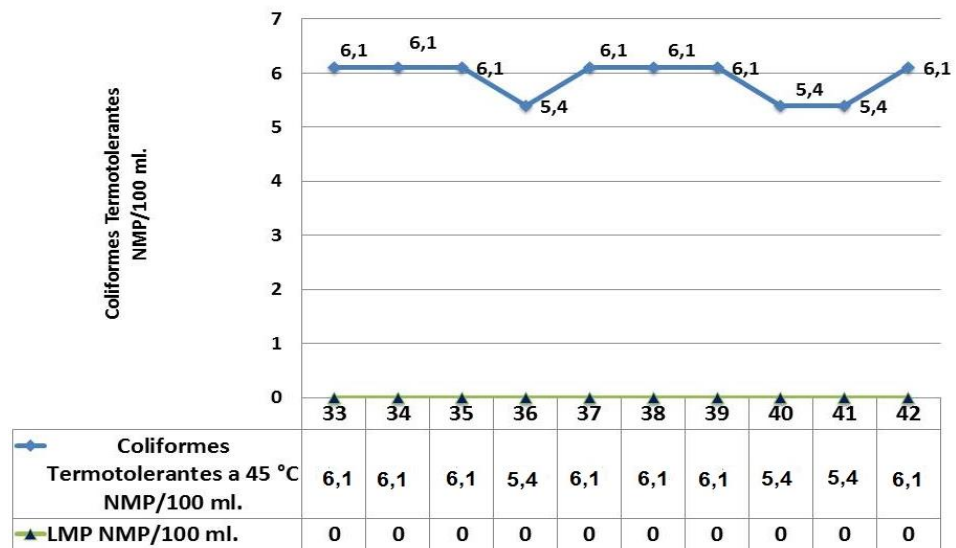
Valores muestreados comparado con el parámetro



Fuente: Elaborado por la tesista.

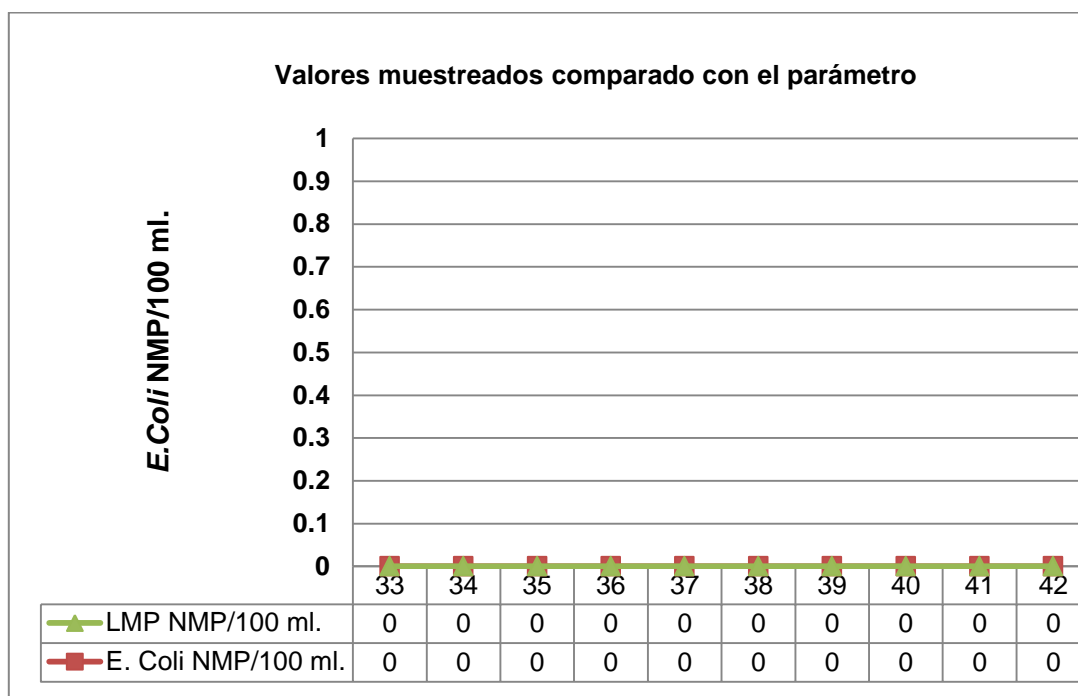
Gráfico N° 16: Coliformes Termotolerantes comparado con el LMP (D.S. 031-2010-SA.)

Valores muestreados comparado con el parámetro



Fuente: Elaborado por la tesista.

Gráfico N° 17: *E.Coli* comparado con el LMP (D.S. 031-2010-SA.)



Fuente: Elaborado por la tesista.

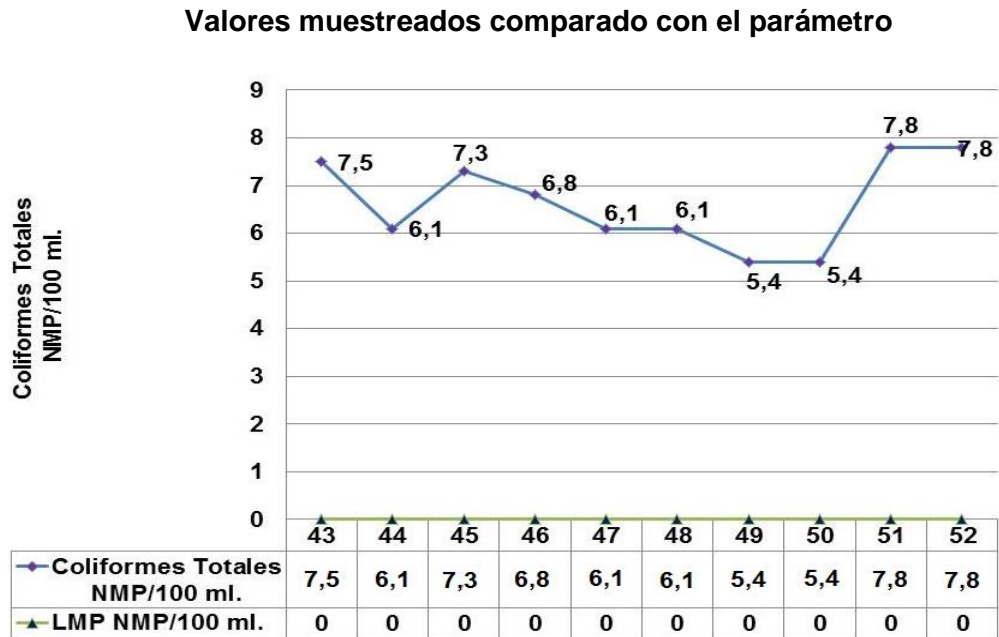
Fecha de Toma de muestra:

Cuadro N° 19: Comparación de los resultados con el LMP (D.S. 031-2010-SA.)

Fecha: 08/07/2016						
Muestra N°	Recuento de Coliformes Totales a 35 °C NMP/100 mL	LMP (D.S. 031-2010-SA.) NMP/100 mL	Recuento de Coliformes Termotolerantes a 44,5 °C NMP/100 mL	LMP (D.S. 031-2010-SA.) NMP/100 mL	<i>E. coli</i> NMP/100 mL	LMP (D.S. 031-2010-SA.) NMP/100 mL
43	7,5	0	6,1	0	0	0
44	6,1		5,4		0	
45	7,3		6,8		0	
46	6,8		6,8		0	
47	6,1		5,4		0	
48	6,1		6,1		0	
49	5,4		5,4		0	
50	5,4		5,4		0	
51	7,8		4,5		0	
52	7,8		4,5		0	

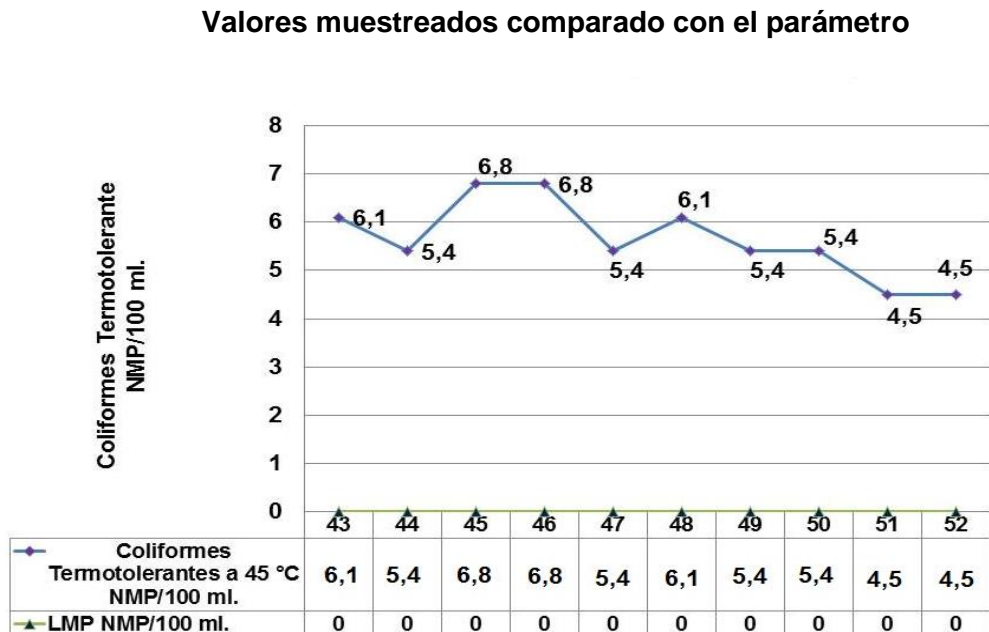
Fuente: Elaborado por la tesista.

Gráfico N° 18: Coliformes Totales comparado con el LMP (D.S. 031-2010-SA.)



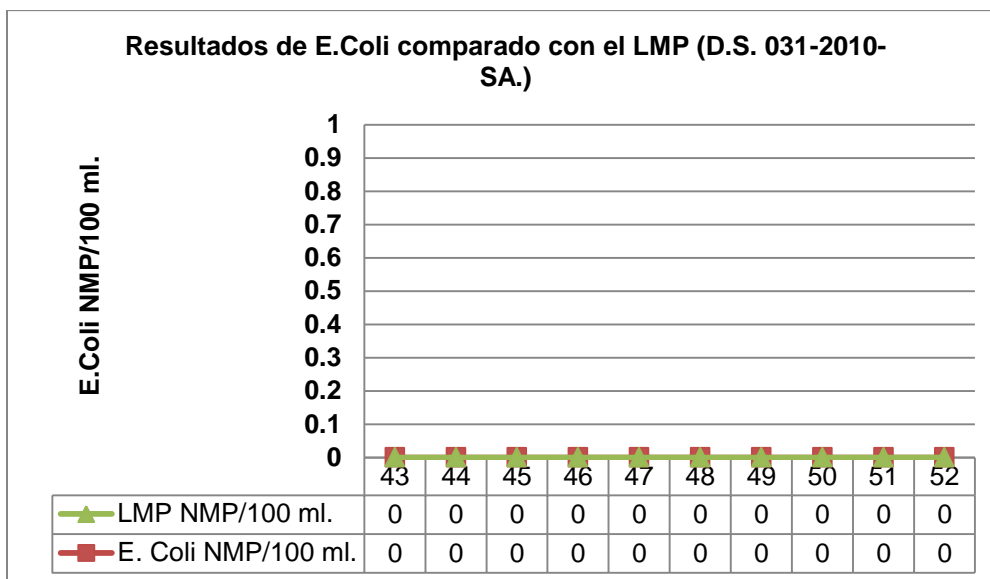
Fuente: Elaborado por la tesista.

Gráfico N° 19: Coliformes Termotolerantes comparado con el LMP (D.S. 031-2010-SA.)



Fuente: Elaborado por la tesista.

Gráfico N° 20: *E. Coli* comparado con el LMP (D.S. 031-2010-SA.)



Fuente: Elaborado por la tesista.

3.4.2. Interpretación de Resultados:

De las 181 viviendas del centro urbano del distrito Simbal la muestra fue de 52 viviendas. Los análisis de Coliformes Totales, Coliformes Termotolerantes y *E. Coli* se utilizaron como indicadores para efectuar control en la planta de tratamiento.

La desviación estándar de los resultados de las muestras que se calculó para describir la variabilidad en la muestra se define como la diferencia estándar entre todas las muestras y su media.

La varianza de los resultados obtenidos se define como el cuadrado de su desviación estándar y la varianza muestral se utilizó para probar la hipótesis nula que refiere a la variabilidad realizada para entender el procedimiento de análisis de la varianza.

Se estimó los valores microbiológicos de Coliformes Totales, Coliformes Termotolerantes, *E. Coli* y *pH* del agua de consumo humano del centro urbano del distrito Simbal.

Con un nivel de confianza del 95 % se demuestra que hay relación entre C. Totales y C. Termotolerantes mientras que no hay relación para *E. Coli* y *pH*.

Esta relación puede asociarse al hecho de que los valores de pH no ha modificado el rango que garantiza la estabilidad en los procesos biológicos y por consiguiente el desarrollo de microorganismos que intervienen en el proceso de degradación de la materia orgánica (Hernández et al, 1996).

Por lo que ha más C. Totales más C. Termotolerantes.

Por tanto los tratamientos del agua de consumo humano del distrito Simbal son iguales, por no haber diferencia en Coliformes totales, Coliformes termotolerantes ya que se rechaza la hipótesis nula y se acepta que no se ha modificado el tratamiento del agua en las diferentes fechas de los análisis.

Desv. Est. agrupada = 0,748836

Desv. Est. agrupada = 0,686653

Parámetro de la calidad del agua

Se presentan los resultados y se evalúan de manera individual los análisis microbiológicos.

El **día lunes 13 de junio de 2016** se realizaron 12 muestras en las cuales se analizaron Coliformes Totales, Termotolerantes, *E. Coli* y pH determinando los valores microbiológicos y comparándolo con el límite máximo permisible según el D.S. 031-2010 SA.

El **día jueves 16 de junio de 2016** se realizaron 6 muestras en las cuales se analizaron Coliformes Totales, Termotolerantes, *E. Coli* y pH determinando los valores microbiológicos y comparándolo con el límite máximo permisible según el D.S. 031-2010 SA.

El **día sábado 18 de junio de 2016** se realizaron 8 muestras en las cuales se analizaron Coliformes Totales, Termotolerantes, *E. Coli* y pH determinando los valores microbiológicos y comparándolo con el límite máximo permisible según el D.S. 031-2010 SA.

El **día lunes 2 de julio de 2016** se realizaron 6 muestras en las cuales se analizaron Coliformes Totales, Termotolerantes, *E. Coli* y pH determinando los valores microbiológicos y comparándolo con el límite máximo permisible según el D.S. 031-2010 SA.

El día **martes 5 de julio de 2016** se realizaron 10 muestras en las cuales se analizaron Coliformes Totales, Termotolerantes, *E. Coli* y pH determinando los valores microbiológicos y comparándolo con el límite máximo permisible según el D.S. 031-2010 SA.

El día **lunes 8 de julio de 2016** se realizaron 10 muestras en las cuales se analizaron Coliformes Totales, Termotolerantes, *E. Coli* y pH determinando los valores microbiológicos y comparándolo con el límite máximo permisible según el D.S. 031-2010 SA.

Coliformes Totales: Los Coliformes totales comprenden la totalidad del grupo de Coliformes pasando el límite máximo permisible en los análisis de agua realizados. (D.S. N° 031 – 2010 – S.A.)

El análisis de varianza indica que para la variable coliformes totales no existen diferencias significativas ($p < 0,05$) entre las diferentes zonas. El límite máximo permitido por la legislación peruana de acuerdo con el Decreto Supremo N° 031 – 2010 SA. en el agua para consumo humano debe ser 0 NMP por cada 100 mL de agua. El valor promedio general de NMP/100mL de coliformes totales observados en este estudio fue de 0,75; con un valor máximo de 11000 y un valor mínimo de 0 NMP/100mL.

Coliformes Termotolerantes: Se definieron como bacilos gram-negativos, no esporulados que fermentan la lactosa con producción de ácido y gas a $44.5\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0.2\text{ }^{\circ}\text{C}$ dentro de las 24 \pm 2 horas el cual dio positivo en todas las muestras con diferentes resultados pasando el límite máximo permisible. (D.S. N° 031 – 2010 – S.A.).

E. coli: En los grifos de las viviendas donde se tomaron las muestras que después fueron analizados hubo ausencia de *E. Coli* en todas las muestras seleccionadas. (D.S. N° 031 – 2010 – S.A.)

3.5. Prueba de hipótesis

Los análisis microbiológicos realizados en el agua de los grifos de las viviendas del centro urbano del distrito Simbal y los resultados obtenidos del agua de consumo humano comparado con el límite máximo permisible del D.S. 031-2010-SA. no cumple con el parámetro establecido de agua para consumo humano en Coliformes Totales y Termotolerantes, mientras que en el análisis de *E. Coli* sí cumple con el parámetro.

3.6. Prueba de estadística utilizada

Índice del NMP con 95% de límite de confianza para varias combinaciones de resultados positivos y negativos cuando se usan 15 tubos con 10 ml, 1 ml y 0,1 ml. de muestra de agua.

Correlación con un 95% de confianza para estimar la relación.

CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

- ✓ Se determinó los valores microbiológicos de las 52 viviendas muestreadas en el centro urbano del distrito Simbal en los meses de junio y julio de 2016 superando los Límites Máximos Permisibles (D.S. N° 031-2010-SA.), para recuento de Coliformes Totales y Coliformes Termotolerantes,
- ✓ Con un nivel de confianza del 95 % se demuestra que hay correlación entre C. Totales y C. Termotolerantes. y no entre ph ni *E. coli* porque no existe un rango de pH en todas las muestras, el ph es el mismo y el pH está acorde con el LMP (D.S. 031-2010-SS.).
- ✓ Se comprobó que el tratamiento del agua de consumo humano del centro urbano del distrito Simbal son iguales por tanto no es necesario comparar las zonas.
- ✓ No se ha tomado las medidas necesarias para manejar de manera eficiente el agua de la planta de tratamiento y la cloración óptima que debería tener.

4.2. Recomendaciones

- ✓ Mejorar el sistema de desinfección de la Planta de Tratamiento realizando tomas de muestras después del tratamiento del agua para verificar como llega el agua a los reservorios e identificar la problemática con mejor exactitud.
- ✓ Que mediante el Programa de Vigilancia Sanitaria del Agua de Consumo Humano que realiza el Ministerio de Salud y la Gerencia Regional de Salud mediante la Sub Gerencia de Promoción de la Gestión Territorial evalúen los reservorios y hacer participar a la Municipalidad distrital de Simbal para que los reservorios tengan mantenimiento, limpieza y desinfección conservándolos en buen estado.
- ✓ Que la municipalidad implemente un programa de monitoreo permanente de la calidad sanitaria para el consumo humano mejorando el tratamiento del agua ya que no es suficiente tratarla con desinfección.
- ✓ Que la municipalidad realice análisis del agua de consumo mensualmente y evaluar según los resultados las medidas preventivas para el consumo del agua.
- ✓ Desarrollar campañas de sensibilización a la población para incrementar el uso de agua hervida o de sustancias bactericidas (plata coloidal, nitrato de plata, cloración, etc).
- ✓ La contaminación microbiológica del agua se debe a la falta de mantenimiento, limpieza y desinfección en los sistemas de distribución y almacenamiento de agua por no haberse tomado medidas necesarias.

FUENTES BIBLIOGRÁFICA

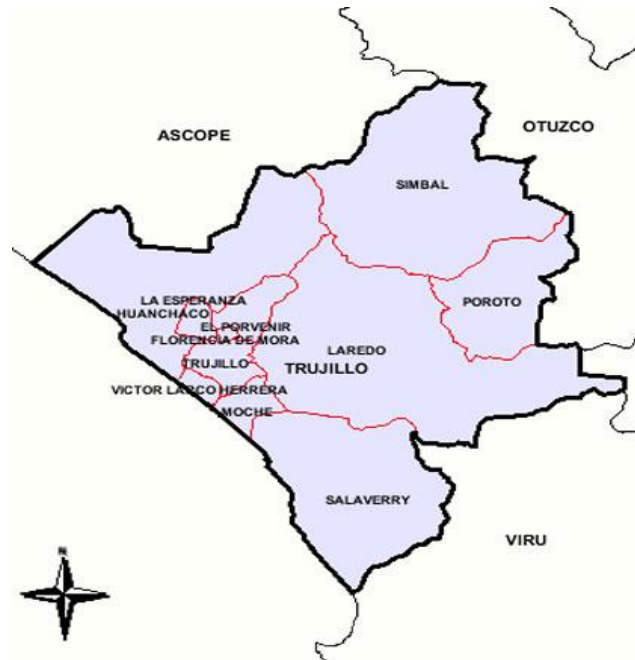
- 1.- ONU/WWAP (Naciones Unidas/Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos). (2003). *1er Informe de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo: Agua para todos, agua para la vida*. París, Nueva York y Oxford. UNESCO.
- 2.- Ballesteros, M. (2001). *Gobernabilidad Eficaz del agua: Acciones conjuntas en Centro América*. GWP – CATAC
- 3.- Mora, D. (1996). *Situación del agua de consumo humano y evacuación de excretas en América Latina y el Caribe. Reunión Regional sobre la Calidad del Agua Potable*. Lima, CEPIS.
- 4.- OMS (1985). *Guías OMS para la Calidad del Agua de Bebida*. Volumen Publicación Científica OPS Nx 481.
- 5.- *Toma de muestras de aguas para análisis microbiológicos. Recuperada de http://virus.usal.es/Web/demo_fundacua/demo2/toma_muestra/toma_muestras.html*
- 6.- INEI. (2007). *Censos Nacionales IX Población y VI Vivienda*. Recuperada de <http://censos.inei.gob.pe/cpv2007/tabulados/#>
- 7.- Allen, M. (1996). *La Importancia para la Salud pública de los indicadores bacterianos que se encuentran en el agua potable. Reunión sobre la calidad del Agua Potable*. CEPIS. OPS. OMS. Lima, Perú.
- 8.- Rojas, R. (2002). *Elementos de vigilancia y control. Guía para la vigilancia y control de la calidad del agua para consumo humano*. Lima, CEPIS/OPS
- 9.- Galarraga Soto, E. (1984). *Algunos Aspectos relacionados con Microorganismos en agua potable*. Revista Politécnica de información técnica científica. 9(3) p. 135-43.
- 10.- Goez, M., y Vásquez, M. J. (1999). *Determinación y diferenciación de E. Coli y Coliformes Totales usando un mismo sustrato cromogénico*. Textos Completos. CEPIS.

- 11.- Aurazo de Zumaeta, M. (2004). *Manual para Análisis Básicos de Calidad del agua de bebida*. OMS. Lima, Perú.
- 12.- Cáceres López, O. (1990). *Desinfección del Agua*. Ministerio de Salud-OPS. Lima, Perú.
- 13.- Castro, M. L. (1996). *Programa sobre monitoreo y evaluación global de la calidad del agua. Control de calidad analítica. Reunión Regional sobre la Calidad del Agua Potable*. Lima. CEPIS/OPS.
- 14.- Contreras, G.J; et al (1996). *Efecto Bactericida de Catabolitos de Pseudomonas aeruginosa sobre Coliformes fecales en Agua de Consumo*. Lima. IV Congreso Latinoamericano de Higiene y Microbiología de Alimentos.
- 15.- Kornacki, J.L. y Johnson, J.L. (2001). *Enterobacteriaceae, Coliforms, and Escherichia coli as Quality and Safety Indicators*. In: Compendium of Methods for 114 the Microbiological Examination of Foods. 4th ed. Downs F.P. Ito K. (Eds.) APHA.Washington. 69-82.
- 16.- Ministerio de Salud (MINSa), (2011). *Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano*. Lima, Perú.
- 17.- Bartran, J. y Ballance, R. (1996). *Water Quality Monitoring: A practical Guide to the Design of Freshwater Quality Studies and Monitoring Programmes*. Chapman Hill. Londres. 383 p.
- 18.- Lanza, E. G., Hernández, P. S. y Carbajal P., J. L. (2000). *Organismos Indicadores de la calidad del agua y de la contaminación (Bioindicadores)*. Plaza y Valdés. México. 633 p.
- 19.- Pauw, N. y Hawkes, H. (1993). *Biological monitoring of river water quality*. Pages 87-111. In: W. J. Walley and S. Judd (Eds.), *River water quality monitoring and control*. Aston University, UK.

- 20.-** Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA), (2007). *Protocolo de Monitoreo de la calidad sanitaria de Recursos Hídricos superficiales*. Lima, Perú. Recuperada de:
[http://www.digesa.minsa.gob.pe/depa/informes_técnicos/PROTOCOLO-MONITOREO/CALIDAD-RECURSOS-HIDRICOS-SUPERFICIALES-\(CONTINENTALES\).pdf](http://www.digesa.minsa.gob.pe/depa/informes_técnicos/PROTOCOLO-MONITOREO/CALIDAD-RECURSOS-HIDRICOS-SUPERFICIALES-(CONTINENTALES).pdf)
- 21.-** Dourojeanni, M. (1982). *Recursos naturales y desarrollo en América Latina y el Caribe*. Univ. de Lima. Lima, Perú. 96 – 110.
- 22.-** Sandoval, J. C. y Molina, A. I. (2000). *Organismos Indicadores de la Calidad del Agua y de la Contaminación (Bioindicadores)*. Über Nutzenund Schaden der Trichopteren. Stettinerentomol. Ztg. 9 Insectos. p.405-439.
- 23.-** Recuperada de <https://investigacionpediahr.files.wordpress.com/2011/01/formula-para-cc3a1lculo-de-la-muestra-poblaciones-finitas-var-categorica.pdf>

ANEXOS

Anexo N° 01: Ubicación Geográfica de la zona de muestreo.



FUENTE: Elaboración propia usando google earth y satélite maps.

Anexo N° 02: Límites máximos permisibles D.S. 031-2010-SA.

ANEXO I

LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS

Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Bacterias Coliformes Totales.	UFC/100 mL a 35°C	0 (*)
2. E. Coli	UFC/100 mL a 44,5°C	0 (*)
3. Bacterias Coliformes Termotolerantes o Fecales.	UFC/100 mL a 44,5°C	0 (*)

UFC = Unidad formadora de colonias

(*) En caso de analizar por la técnica del NMP por tubos múltiples = < 1,8 / 100 ml

ANEXO II

LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE PARÁMETROS DE CALIDAD ORGANOLÉPTICA

Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
5. pH	Valor de pH	6,5 a 8,5

Anexo N° 03: Etiquetado de la toma de muestra.

ETIQUETADO DE LA MUESTRA N°	
Fecha de captación:	_____
Hora de captación:	_____
Dirección:	_____
Datos del agua	
	Origen de la muestra: _____
	Punto de muestreo: _____
	pH: _____

Anexo N° 04: Viviendas que han sido muestreadas.

Viviendas del Centro urbano distrito Simbal.					
Muestra N°	Fecha	Hora de muestreo	Nombres y Apellidos	Dirección	Entrega al laboratorio
01	13/06/2016	08:00:00 a.m.	SOFIA LAZARO CASTILLO	JR. TRUJILLO N° 137	12:05:00 p.m.
02	13/06/2016	08:20:00 a.m.	GABRIEL IBAÑEZ	JR. TRUJILLO N° 158	
03	13/06/2016	08:40:00 a.m.	TERESA DIAZ	JR. LIBERTAD N° 305	
04	13/06/2016	09:00:00 a.m.	FIGRELA REYES ESQUIVEL	JR. PROGRESO S/N	
05	13/06/2016	09:20:00 a.m.	ROSITA CAMPOS	JR. PROGRESO N° 335	
06	13/06/2016	09:30:00 a.m.	ROCIO OLIVARES	JR. TRUJILLO N° 137	
07	13/06/2016	09:45:00 a.m.	LAURA BAZAN	PIÑONES	
08	13/06/2016	10:00:00 a.m.	ANTONIA MAURICIO	JR. PORVENIR S/N	
09	13/06/2016	10:18:00 a.m.	ORLANDO VICENTE	JR. LOS MANGUITOS	
10	13/06/2016	10:29:00 a.m.	ISMAEL	LAURELES	
11	13/06/2016	10:40:00 a.m.	RAUL PEREZ	CALLE CAJAMARCA N° 650	
12	13/06/2016	11:00:00 a.m.	VALENTIN MENDOZA	CALLE CAJAMARCA N° 344	
13	16/06/2016	08:00:00 a.m.	RAFAEL ANGEL	CALLE CAJAMARCA N° 609	10:53:00 a.m.
14	16/06/2016	08:25:00 a.m.	MARIA MORENO	CALLE CONFRATERIDAD N° 569	
15	16/06/2016	08:45:00 a.m.	ABEL ROJAS	CALLE CONFRATERIDAD N° 568	
16	16/06/2016	09:24:00 a.m.	SHEYLA	CALLE PIEDAD N° 699	
17	16/06/2016	09:48:00 a.m.	CRISTHY SARMIENTO	CALLE PIEDAD N° 546	
18	16/06/2016	10:02:00 a.m.	NORMINIA	CALLE PIEDAD N°491	
19	18/06/2016	09:00:00 a.m.	ELVIRA	CALLE PIEDAD N° 222	11:45:00 a.m.
20	18/06/2016	09:25:00 a.m.	ELSA CAMONES	CALLE PIEDAD N° 440	

21	18/06/2016	09:43:00 a.m.	GYANI	JR. PORVENIR N° 357	
22	18/06/2016	09:58:00 a.m.	GISELA	JR. PORVENIR N° 378	
23	18/06/2016	10:28:00 a.m.	PAOLA VALVERDE	JR. PROGRESO N°388	
24	18/06/2016	10:45:00 a.m.	FLOR GUTIERREZ	JR. PROGRESO N° 344	
25	18/06/2016	11:03:00 a.m.	KATHY	JR. TRUJILLO N° 236	
26	18/06/2016	11:15:00 a.m.	FERNANDO CRUZ	JR. TRUJILLO N° 216	
27	02/07/2016	09:30:00 a.m.	SOFIA BRANCO	JR. LIBERTAD N° 325	11:38:00 a.m.
28	02/07/2016	09:40:00 a.m.	AMANDA RODRIGUEZ	JR. LIBERTAD N° 338	
29	02/07/2016	09:55:00 a.m.	SILVIA	JR. LIBERTAD N° 355	
30	02/07/2016	10:12:00 a.m.	AZUCENA CABRERA	JR. LIBERTAD N° 365	
31	02/07/2016	10:31:00 a.m.	TANIA SCATTULON	JR. LIBERTAD N° 553	
32	02/07/2016	10:45:00 a.m.	FREDY MELCHOR	CALLE CAJAMARCA N° 206	
33	05/07/2016	08:35:00 a.m.	CRISS	CALLE CAJAMARCA N° 223	11:00:00 a.m.
34	05/07/2016	08:45:00 a.m.	VALERIA	JR. PROGRESO N° 664	
35	05/07/2016	09:01:00 a.m.	MARILU VALVERDE	JR. LIBERTAD N° 706	
36	05/07/2016	09:15:00 a.m.	GIANCARLO AVILA	JR. LIBERTAD N° 791	
37	05/07/2016	09:33:00 a.m.	EUSEVIO VERA	JR. LIBERTAD N° 582	
38	05/07/2016	09:43:00 a.m.	NATALIA JARA	JR. LIBERTAD N° 896	
39	05/07/2016	10:00:00 a.m.	DANIEL	GIRASOLES	
40	05/07/2016	10:10:00 a.m.	JULIO GONZALES	JR. PORVENIR	
41	05/07/2016	10:22:00 a.m.	JUANA DIAZ	JR. TRUJILLO N° 153	
42	05/07/2016	10:38:00 a.m.	ROSA CARDENAS	JR. TRUJILLO N° 182	
43	08/07/2016	08:15:00 a.m.	KATHY TENORIO VILCHEZ	JR. TRUJILLO N° 155	11:13:00 a.m.

44	08/07/2016	08:32:00 a.m.	ANAID MORENO	JR. TRUJILLO N° 133	
45	08/07/2016	08:43:00 a.m.	LISSETH COTRINA	JR. TRUJILLO CUADRA 1	
46	08/07/2016	09:00:00 a.m.	MARIA VASQUEZ	JR. TRUJILLO CUADRA 1	
47	08/07/2016	09:13:00 a.m.	KARINA ROJAS	JR. TRUJILLO CUADRA 1	
48	08/07/2016	09:25:00 a.m.	JOHANA FIGUEROA	JR. TRUJILLO CUADRA 1	
49	08/07/2016	09:35:00 a.m.	LUZ IPARRAGUIRRE	JR. TRUJILLO CUADRA 1	
50	08/07/2016	09:43:00 a.m.	DIANA ATOCHE	JR. TRUJILLO CUADRA 1	
51	08/07/2016	10:03:00 a.m.	LISSETE PALOMINO	JR. TRUJILLO CUADRA 1	
52	08/07/2016	10:18:00 a.m.	MARGARITA ARANDA	JR. TRUJILLO CUADRA 1	

Anexo N° 05: Tabla del NMP.

Tabla No. 2 Número más probable (NMP) para 100 ml de muestra cuando se usan 5 porciones en cada una de 3 diluciones con series geométricas.

No. de Tubos Positivos				No. de Tubos Positivos				No. de Tubos Positivos				No. de Tubos Positivos				No. de Tubos Positivos				No. de Tubos Positivos			
10	1	0,1	NMP	10	1	0,1	NMP	10	1	0,1	NMP	10	1	0,1	NMP	10	1	0,1	NMP	10	1	0,1	NMP
ml	ml	ml	NMP	ml	ml	ml	NMP	ml	ml	ml	NMP	ml	ml	ml	NMP	ml	ml	ml	NMP	ml	ml	ml	NMP
0	0	0	<1,8	1	0	0	2	2	0	0	4,5	3	0	0	7,8	4	0	0	13	5	0	0	23
0	0	1	1,8	1	0	1	4	2	0	1	6,8	3	0	1	11	4	0	1	17	5	0	1	31
0	0	2	3,6	1	0	2	6	2	0	2	9,1	3	0	2	13	4	0	2	21	5	0	2	43
0	0	3	5,4	1	0	3	8	2	0	3	12	3	0	3	16	4	0	3	25	5	0	3	58
0	0	4	7,2	1	0	4	10	2	0	4	14	3	0	4	20	4	0	4	30	5	0	4	76
0	0	5	9,0	1	0	5	12	2	0	5	16	3	0	5	23	4	0	5	36	5	0	5	95
0	1	0	1,8	1	1	0	4	2	1	0	6,8	3	1	0	11	4	1	0	17	5	1	0	33
0	1	1	3,6	1	1	1	6,1	2	1	1	9,2	3	1	1	14	4	1	1	21	5	1	1	46
0	1	2	5,5	1	1	2	8,1	2	1	2	12	3	1	2	17	4	1	2	26	5	1	2	64
0	1	3	7,3	1	1	3	10	2	1	3	14	3	1	3	20	4	1	3	31	5	1	3	84
0	1	4	9,1	1	1	4	12	2	1	4	17	3	1	4	23	4	1	4	35	5	1	4	110
0	1	5	11	1	1	5	14	2	1	5	19	3	1	5	27	4	1	5	42	5	1	5	130
0	2	0	3,7	1	2	0	6,1	2	2	0	9,3	3	2	0	14	4	2	0	22	5	2	0	49
0	2	1	5,5	1	2	1	8,2	2	2	1	12	3	2	1	17	4	2	1	26	5	2	1	70
0	2	2	7,4	1	2	2	10	2	2	2	14	3	2	2	20	4	2	2	32	5	2	2	95
0	2	3	9,2	1	2	3	12	2	2	3	17	3	2	3	24	4	2	3	38	5	2	3	120
0	2	4	11	1	2	4	15	2	2	4	19	3	2	4	27	4	2	4	44	5	2	4	150
0	2	5	13	1	2	5	17	2	2	5	22	3	2	5	31	4	2	5	50	5	2	5	180
0	3	0	5,6	1	3	0	8,3	2	3	0	12	3	3	0	17	4	3	0	27	5	3	0	79
0	3	1	7,4	1	3	1	10	2	3	1	14	3	3	1	21	4	3	1	33	5	3	1	110
0	3	2	9,3	1	3	2	13	2	3	2	17	3	3	2	24	4	3	2	39	5	3	2	140
0	3	3	11	1	3	3	15	2	3	3	20	3	3	3	28	4	3	3	45	5	3	3	180
0	3	4	13	1	3	4	17	2	3	4	22	3	3	4	31	4	3	4	52	5	3	4	210
0	3	5	15	1	3	5	19	2	3	5	25	3	3	5	35	4	3	5	59	5	3	5	250
0	4	0	7,5	1	4	0	11	2	4	0	15	3	4	0	21	4	4	0	34	5	4	0	130
0	4	1	9,4	1	4	1	13	2	4	1	17	3	4	1	24	4	4	1	40	5	4	1	170
0	4	2	11	1	4	2	15	2	4	2	20	3	4	2	28	4	4	2	47	5	4	2	220
0	4	3	13	1	4	3	17	2	4	3	23	3	4	3	32	4	4	3	54	5	4	3	280
0	4	4	15	1	4	4	19	2	4	4	25	3	4	4	36	4	4	4	62	5	4	4	350
0	4	5	17	1	4	5	22	2	4	5	28	3	4	5	40	4	4	5	69	5	4	5	430
0	5	0	9,4	1	5	0	13	2	5	0	17	3	5	0	25	4	5	0	41	5	5	0	240
0	5	1	11	1	5	1	15	2	5	1	20	3	5	1	29	4	5	1	48	5	5	1	350
0	5	2	13	1	5	2	17	2	5	2	23	3	5	2	32	4	5	2	56	5	5	2	540
0	5	3	15	1	5	3	19	2	5	3	26	3	5	3	37	4	5	3	64	5	5	3	920
0	5	4	17	1	5	4	22	2	5	4	29	3	5	4	41	4	5	4	72	5	5	4	1600
0	5	5	19	1	5	5	24	2	5	5	32	3	5	5	45	4	5	5	81	5	5	5	>1600

Referencia: Official Methods of Analysis of AOAC Internacional, 18 ed. 2005. Chapter 17.3, pag. 40

Anexo N° 06: Carta para la GERESA.



**FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL**

Trujillo, 03 de Mayo del 2016

CARTA N° 005 - 2016- EPIA-UAP-TRUJILLO

Señor:

Dr. Luis Arteaga Temoche
Gerente Regional de Salud

Atención: Mg. Jaime Aldave Rodríguez
Subgerente de Promoción y Gestión de Territorio

ASUNTO: Solicito Información sobre calidad del agua del distrito Simbal

De mi mayor Consideración:

Me dirijo a usted, para expresarle mi cordial saludo y deseárselo éxitos en su gestión de tan importante Institución.

Me permito presentar a la bachiller Blanca Maytté Calderón Fernández, quien es EGRESADA de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, de nuestra Casa Superior de Estudios Universidad Alas Peruanas, quien solicita a usted el permiso para brindarle información sobre algún estudio que se haya realizado sobre el tema de análisis microbiológico del agua de consumo humano del centro urbano del distrito de Simbal".

Cualquier comunicación al email: blanca15_6@hotmail.com, o al teléfono: 271736

Conocedores de su alturado espíritu de apoyo a la juventud estudiosa, y compromiso con el desarrollo nacional, agradezco la gentil atención que le pueda brindar a la presente.

Sin otro particular reitero los sentimientos de mi especial consideración y estima.

Atte.


Mg. Yesenia Salinas Benites
COORDINADORA ACADÉMICA
E.P. INGENIERIA AMBIENTAL
FILIAL TRUJILLO



Fecha de impresión: 03/05/2016
EYSB/eys6

Anexo N° 07: Resultados de análisis de 2015.



Presidencia Regional

JUSTICIA SOCIAL
CON INVERSIÓN

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Diversificación Productiva y del Fortalecimiento de la Educación"

LABORATORIO AMBIENTAL ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE AGUAS INFORME DE ENSAYO N° 197 - 2015

SOLICITANTE: Unidad Técnica Funcional de Servicios de Provisión de Salud Ambiental Ocupacional- Programa de Vigilancia de la Calidad de Agua de Consumo Humano	
DATOS DEL MUESTREO:	CONTROL LABORATORIO:
Datos proporcionados por el solicitante	Fecha de recepción: 10/06/15 10:15 hrs
Procedencia de la muestra:	
Localidad: Simbal	
Distrito: Simbal	Fecha de inicio del ensayo: 10/06/15 10:30 hrs
Provincia: Trujillo	
Departamento: La Libertad	
Fecha y hora de muestreo: 10/06/15 M1: 664 08:32 hrs M2: 665 09:02 hrs M3: 666 09:10 hrs	
Muestreado por: Benito Ramos	Fecha de inicio del ensayo: 10/06/15 10:30 hrs
Punto de muestreo: 664 Captación 665 Reservorio 666 Grifo de Vivienda (Modesto Rodríguez Flores)	

RESULTADOS

Código Lab	Muestra	Ensayos Microbiológicos		
		Bacterias Heterotróficas 35°C (UFC/ml)	Coliformes totales 35°C (NMP/100 ml)	Coliformes termotolerantes 44.5°C (NMP/100 ml)
664	M1	3,0x10 ³	>1600	1600
665	M2	1,7x10 ²	31	31
666	M3	1,5x10 ²	23	13

Métodos de ensayo: Numeración bacterias heterotróficas: Método de placa fluida. APHA AWWA WEF. Part 9215 B. 21th Ed. 2005. Numeración Coliformes totales, Coliformes fecales: Método Estandarizado de Tubos Múltiples. APHA, AWW, WEF. Part. 9221B.E. 21th ed. 2005.

Benito Ramos
LABORATORIO AMBIENTAL
CPCHV - MURILLO
C.B.P. 6107

Cc. Archivo
Folios (01)
Laboratorio Ambiental
CPCHV/ cpchv

Reg Doc: 02456837
Reg Exp: 02175082

"Justicia Social con Inversión"



Presidencia Regional

Gerencia Regional de Salud

JUSTICIA SOCIAL
INVERSIÓN

"Decenio de las Personas con Discapacidad en el Perú"
"Año de la Diversificación Productiva y del Fortalecimiento de la Educación"

LABORATORIO AMBIENTAL
ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE AGUAS
INFORME DE ENSAYO N° 230 - 2015

SOLICITANTE: Unidad Técnica Funcional de Servicios de Provisión de Salud Ambiental Ocupacional- Programa de Vigilancia de la Calidad de Agua de Consumo Humano	
DATOS DEL MUESTREO: Datos proporcionados por el solicitante	CONTROL LABORATORIO:
Procedencia de la muestra:	Fecha de recepción: 15/07/15 11:01 hrs
Localidad: Simbal Pueblo	
Distrito: Simbal	
Provincia: Trujillo	
Departamento: La Libertad	Fecha de inicio del ensayo: 15/07/15 11:35 hrs
Fecha y hora de muestreo: 15/07/15 M1:794 09:18 hrs M2:795 09:29 hrs M3:796 09:35 hrs	
Muestreado por: Mblgo. Benito Ramos Gutiérrez	
Punto de muestreo: 794 Reservoirio 795 Grifo de vivienda / Sra. Alcira Avila Casiano 796 Grifo de vivienda / Sr. Tomás Bazan Lopez	

RESULTADOS

Código Lab	Muestra	Ensayos Microbiológicos		
		Bacterias Heterotróficas 35°C (UFC/ml)	Coliformes totales 35°C (NMP/100 ml)	Coliformes termotolerantes 44.5°C (NMP/100 ml)
794	M1	2,0x10 ³	13	4.5
795	M2	7,0x10 ²	13	<1.8
796	M3	2,0x10 ³	7.8	4.5

Métodos de ensayo: Numeración bacterias heterotróficas: Método de placa fluida. APHA AWWA WEF. Part 9215 B. 21th Ed. 2005. Numeración Coliformes totales, Coliformes fecales: Método Estandarizado de Tubos Múltiples. APHA, AWW, WEF. Part. 9221B,E. 21th ed. 2005.

[Handwritten signature]

Cc. Archivo
Folios (01)
Laboratorio Ambiental
CPCHV/ cpchv

Reg Doc: 02514987
Reg Exp: 02224920

11 JUL 2015

9

Anexo N° 08: Resultados de análisis de agua potable 2016.



Laboratorio
Santa Fe E.I.R.L.
Tu Laboratorio...!

ENSAYOS MICROBIOLÓGICOS, FÍSICOS
QUÍMICOS, BROMATOLÓGICOS Y OTROS

Pág. 1 de 2

INFORME DE ENSAYO N° 7416

* DATOS GENERALES:

- Solicitante : Blanca Calderón Fernández
- Dirección : Calle Matías Maestro Mza CH.Lote 24-Urb. El bosque-
Trujillo-Trujillo-La Libertad.
: 7416-1
- Orden de análisis : 7416-1
- Hora de toma de muestra : 13-06-16/08:00 a.m.
- Fecha y hora de recepción de muestra : 13-06-2016/12:05 p.m.
- Fecha y hora de inicio del ensayo : 13-06-2016/12:10 p.m.
- Toma de muestra realizada por : El cliente y recepcionada en el Laboratorio.
- Temperatura conservación de la muestra: 4.30 °C
- Tipo de ensayo solicitado : Microbiológico

* DATOS DE LA MUESTRA:

- Identificación de la muestra : Agua potable
- Tipo de muestra : Agua potable
- Tipo de envase : Frasco de vidrio estéril con preservante
- Tamaño de la muestra : 300 mL.

* RESULTADOS:

Ensayo	Unidades	Resultado
Recuento de Coliformes Totales	NMP/100 ml.	7.5
Recuento de coliformes termotolerantes a 44.5°C	NMP/100 ml.	7.3


* <1.1 = No hay desarrollo microbiano

* METODOS DE ENSAYO UTILIZADO:

Coliformes Totales Técnica estándar de Fermentación en tubo múltiple, APHA, AWWA, WEF, 22ª. Edición 2012. Parte: 9221 A, B1, 2, 3, 4 y C.
Coliformes Termotolerantes Técnica estándar Fermentación en tubo múltiple, APHA, AWWA, WEF, 22ª. Edición 2012. Parte: 9221 A, B1, 2 y C.

Trujillo, 16 de Junio del 2016

LABORATORIO SANTA FE E.I.R.L.


Ms. C. Luz M. Guillén Pinto
DIRECTOR TÉCNICO
CBP. N° 2221

*El resultado es válido solo para la muestra y las cantidades analizadas, no pudiendo extenderse sus conclusiones a ninguna otra muestra que no haya intervenido en la recepción y ensayo. Este documento es válido solo en original.
*El Informe de Ensayo, no será utilizado como Certificado de Conformidad y su uso indebido será considerado como un delito contra la fe pública

R-PJL-16/1. Rev.02

A.Raymondi 330 - Trujillo - Teléfono:222015 / Cel.:94 9676652 / 94 943 5991/ #949435991
www.laboratorio-santafe.com / informes@laboratorio-santafe.com / labsantafeirl@gmail.com

“PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE INFORME”

Anexo N° 09: Fotografías.



Foto 01: Empadronamiento de las viviendas a muestrear.
Autor: Blanca M. Calderón Fernández, 2016.



Foto 02: Vivienda muestreada.
Autor: Blanca M. Calderón Fernández, 2016.



Foto 03: Procedimiento del muestreo.
Autor: Blanca M. Calderón Fernández, 2016.



Foto 04: Procedimiento del muestreo.
Autor: Blanca M. Calderón Fernández, 2016.



Foto 05: Procedimiento del muestreo.
Autor: Blanca M. Calderón Fernández, 2016.



Foto 06: Procedimiento del muestreo.
Autor: Blanca M. Calderón Fernández, 2016.



Foto 07: Planta de Tratamiento Simbal.
Autor: Municipalidad Distrital de Simbal.



Foto 08: Planta de Tratamiento Simbal.
Autor: Municipalidad Distrital de Simbal.



Foto 07: Planta de Tratamiento Simbal.
Autor: Municipalidad Distrital de Simbal.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

- **Contaminación:**

Es la alteración de las características físicas, químicas o biológicas del agua, resultante de la incorporación deliberada o accidental en la misma de productos o residuos que afectan los usos del agua.

- **Agua de Consumo Humano:**

También llamada agua potable o agua inocua, es la que no ocasiona ningún riesgo significativo para la salud cuando se consume durante toda la vida, siendo por tanto apta para el consumo humano y para todo uso doméstico habitual, incluido la higiene personal.

- **Sistema de abastecimiento de agua para consumo humano:**

Conjunto de componentes hidráulicos e instalaciones físicas que son accionadas por procesos operativos, administrativos y equipos necesarios desde la captación hasta el suministro de agua.

- **Sistema de tratamiento de agua (Planta de Tratamiento):**

Conjunto de componentes hidráulicos, de unidades de procesos físicos, químicos y biológicos, y de equipos electromecánicos y métodos de control que tienen la finalidad de producir agua apta para el consumo humano.

- **Bacterias Coliformes Totales**

Son bacterias pertenecientes al Grupo "Coliforme", Gram negativos, de forma bacilar, no esporulados, aerobios y anaerobios facultativos, algunos de vida, y otros propios del tracto digestivo, que se caracterizan por fermentar la lactosa con producción de ácido y gas a temperaturas de 34 a 37 °C en un tiempo máximo de 48 horas. Son utilizadas como indicadores de la calidad higiénica del agua.

- **Bacterias Coliformes Termotolerantes:**

Sub grupo de bacterias pertenecientes al Grupo "Coliforme", propios del tracto digestivo del hombre y de animales de sangre caliente, que se caracterizan por ser capaces de fermentar la lactosa, con producción de ácido y gas a temperaturas de 44 °C en un tiempo máximo

de 24 horas. Son utilizadas como indicadores de la calidad sanitaria del agua, relacionada con la transmisión de patógenos.

- **Enfermedades Hidrotransmisibles:**

Son las enfermedades transmitidas a través del agua, el cual actúa como vehículo para los patógenos causantes de dichas enfermedades. Por lo general las enfermedades hidrotransmisibles se caracterizan por procesos gastroentéricos, que van desde diarreas leves a procesos más agudos.

- **Límite Máximo Permisible:**

Son los valores máximos admisibles de los parámetros representativos de la calidad del agua.

- **Parámetros Microbiológicos:**

Son los microorganismos indicadores descontaminación y/o microorganismos patógenos para el ser humano analizados en el agua de consumo humano.