

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE EDUCACIÓN

SECUNDARIA



TESIS

**Indicador bacteriológico del agua potable en el distrito de
Yanacancha - Pasco**

Para optar el Título Profesional de:

Licenciado en Educación Secundaria

Con Mención:

Ciencia, Tecnología y Ambiente

Autor: Bach. Virginia Patrocinia CABANILLAS SANTOS

Asesor: Dr. Rómulo Víctor CASTILLO ARELLANO

Cerro de Pasco – Perú – 2018

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE EDUCACIÓN

SECUNDARIA



TESIS

**Indicador bacteriológico del agua potable en el Distrito de
Yanacancha - Pasco**

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

.....
Dr. Julio César CARHUARICRA MEZA
PRESIDENTE

.....
Mg. Oscar SUDARIO REMIGIO
MIEMBRO

.....
Mg. Antonio YANCAN CAMAHUALI
MIEMBRO

DEDICATORIA

Con el mayor aprecio para mis
Padres, que tienen en mi persona
cifradas sus sueños y esperanza.

RECONOCIMIENTO

Mi eterno agradecimiento, a la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, por brindarme la oportunidad de seguir y culminar los estudios de Pre grado para optar el Título Profesional de Licenciado en Educación Secundaria, Mención: Ciencia, Tecnología y Ambiente

De igual manera al Director y plana Docente de la Facultad de Ciencias de la Educación, Escuela de Educación Secundaria, Programa de Ciencia, Tecnología y Ambiente, así como haberme facilitado el laboratorio pedagógico de la UNDAC y todas las herramientas necesarias, que me han permitido el desarrollo del presente estudio.

RESUMEN

El objetivo de la presente investigación, fue determinar cuál es el indicador bacteriológico del agua potable, en el distrito de Yanacancha. Pasco; debido a que el peligro más común y difundido, relativo al agua de consumo humano es el de su contaminación microbiana con aguas servidas por excretas del hombre y de los animales. La investigación es básica, el método descriptivo y el diseño experimental. La variable independiente es indicadores bacteriológicos y la variable dependiente calidad del agua. Respecto a la muestra, se identificó 26 puntos de muestreo entre jirones, avenidas para su evaluación biológica. El análisis fue hecho a través de la técnica de Tubos Múltiples en unidades de NMP y los resultados indican a través de la validación de la hipótesis, que el valor de los Indicadores bacteriológicos (coliformes totales y fecales) de acuerdo a la Normatividad para el agua potable en el Distrito de Yanacancha es menor a los datos obtenidos como promedio para los Indicadores bacteriológicos en el análisis biológico y por lo tanto si generan daño en la salud del poblador. Dentro de las dificultades que tuve para desarrollar el trabajo de investigación fueron el tiempo y espacio de acuerdo a la normatividad de la Institución, la disponibilidad de los insumos químicos y biológicos para la investigación y sobre todo el factor económico y social para la investigación propiamente dicha. Como conclusión final se demuestra que la población de Yanacancha se encuentra en riesgo de contraer enfermedades gastrointestinales por consumo de agua que abastece EMAPA – PASCO y como sugerencia las Instituciones encargadas de controlar la calidad de servicio al consumidor deben supervisar los indicadores bacteriológicos a fin de menguar los posibles daños a la población

Palabras claves: coliformes fecales, límites máximos permisibles (LMP), agua potable

ABSTRACT

The objective of this research was to determine which is the bacteriological indicator of drinking water, in the district of Yanacancha. Pasco; Because the most common and widespread danger related to water for human consumption is that of its microbial contamination with sewage from man and animal excreta. The research is basic, the method is descriptive and the design is experimental. The independent variable is bacteriological indicators and the dependent variable is water quality. Regarding the sample, 26 sampling points were identified between shreds, avenues for their biological evaluation. The analysis was done through the Multiple Tubes technique in NMP units and the results indicate through the validation of the hypothesis, that the value of the bacteriological indicators (total and fecal coliforms) according to the Regulations for water drinking water in the District of Yanacancha is lower than the data obtained as an average for the bacteriological indicators in the biological analysis and therefore if they generate damage to the health of the population. Among the difficulties I had to develop the research work were the time and space according to the regulations of the Institution, the availability of chemical and biological inputs for the research and above all the economic and social factor for the research itself. As a final conclusion, it is shown that the population of Yanacancha is at risk of contracting gastrointestinal diseases due to the consumption of water supplied by EMAPA - PASCO and as a suggestion the Institutions in charge of controlling the quality of service to the consumer should supervise the bacteriological indicators in order to diminish possible harm to the population

Keywords: fecal coliforms, maximum permissible limits (MPL), drinking water

INTRODUCCION

SEÑORES MIEMBROS DEL JURADO CALIFICADOR:

En cumplimiento a lo dispuesto por el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, dejamos a su consideración la tesis intitulada “INDICADOR BACTERIOLÓGICO DEL AGUA POTABLE EN EL DISTRITO DE YANACANCHA- PASCO” con el cual pretendo optar el título profesional de Licenciada en Educación Secundaria en la especialidad de Ciencia, Tecnología y Ambiente.

El ser humano puede obtener agua para su consumo, producto de un proceso de tratamiento o de fuentes naturales, como pueden ser los ríos, lagos, nevados, etc. En este último caso, es frecuente que el agua contenga diversas sustancias de manera natural, por ejemplo, sales y algunos minerales que no necesariamente resultan perjudiciales para la salud humana, en tanto no excedan los límites establecidos.

Se considera agua apta para consumo humano, toda aquella que no dañe la salud de las personas, y puede provenir de fuentes naturales o haber sido tratada específicamente para uso humano.

Por estrategia metodológica la presente investigación lo he dividido en capítulos, el primer capítulo corresponde al planteamiento del problema, el segundo capítulo trata sobre el marco teórico de la investigación, el tercer capítulo, la metodología de la investigación y el cuarto capítulo, resultados y la interpretación del mismo.

La autora

INDICE

DEDICATORIA

RECONOCIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCION

INDICE

CAPITULO I

PROBLEMA DE LA INVESTIGACION

1.1. Identificación y determinación del problema	1
1.2. Delimitación de la investigación	3
1.3 Formulación del problema.....	3
1.3.1 Problema principal.....	3
1.3.2. Problemas Específicos.....	3
1.4. Formulación de objetivos	4
1.4.1 Objetivo general	4
1.4.2. Objetivos Específicos	4
1.5. Justificación de la investigación	4
1.6. Limitaciones de la investigación	4

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de estudio	5
2.2 Bases teóricas - científicas.....	6
2.2.1 Aspectos microbiológicos del agua	6
2.2.2 Peligros microbianos relacionados con el agua de consumo.....	7
2.2.3 Infecciones transmitidas por el agua	7
2.2.4 Persistencia y proliferación en el agua	10
2.2.5 Aspectos relativos a la salud pública.....	12
2.2.6. Formulación de metas de protección de la salud.....	13
2.2.7 Verificación de la inocuidad y calidad microbiológicas.....	18
2.2.8 Métodos de detección de bacterias indicadoras de contaminación fecal.....	19
2.2.9. Determinación de medidas locales de respuesta a problemas y situaciones de emergencia relativos a la calidad microbiológica del agua	21
2.2.10 Recomendaciones de hervir el agua o de evitar su consumo.....	22

2.2.11. Parámetros microbiológicos	23
2.2.12 Parámetros de Control Obligatorio.....	24
2.3 Definición de términos básicos.....	26
2.4 Formulación de Hipótesis	30
2.4.1 Hipótesis alterna	30
2.4.2 Hipótesis nula	30
2.5 Identificación de variables.....	30
2.5.1 Variable independiente.....	30
2.5.2 Variable dependiente	31
2.6. Definición Operacional de variables e indicadores	31
2.6.1 Variable Independiente.....	31
2.6.2 Variable Dependiente	32

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1 Tipo de Investigación	34
3.2 Método de Investigación	34
3.3 Diseño de la Investigación.....	34
3.4 Población y muestra.....	35
3.4.1 Población	35
3.4.2 Muestra.....	35
3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	36
3.5.1 Técnicas.....	36
3.5.2 Instrumentos	36
3.6 Técnicas para el procesamiento y análisis de datos.....	36
3.6.1 Procesamiento manual.....	36
3.6.2 Técnicas estadísticas.....	36
3.7. Tratamiento Estadístico	37
3.8. Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación	38
3.9. Orientación ética.....	39

CAPITULO IV

RESULTADOS DE LA INVESTIGACION

4.1. Descripción del trabajo de campo	40
4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados	41
4.3. Prueba de Hipótesis	44
4.4. Discusión de resultados	45

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFIA

ANEXOS

CAPITULO I

PROBLEMA DE LA INVESTIGACION

1.1. Identificación y determinación del problema

El peligro más común y difundido, relativo al agua de consumo humano es el de su contaminación microbiana con aguas servidas y excretas del hombre y de los animales. Si dicha contaminación es reciente y se hallan microorganismos patógenos, es posible que dichos microorganismos se encuentren vivos y con capacidad de producir enfermedad. (Vergaray & Mendez, 1994). Para controlar los peligros se aplican criterios (guías y estándares) para normar la calidad de las aguas; éstos establecen requisitos que deben satisfacer las aguas para que puedan ser destinadas al consumo humano sin que afecten su salud. El cumplimiento de los requisitos de calidad sanitaria debe reducir en forma significativa los riesgos de contraer enfermedades infectocontagiosas (INHEM, Cuba, 1992). Sin embargo, si los requisitos de calidad sanitaria no son los adecuados, carecerán de importancia

para proteger y controlar la calidad del agua y su aplicación no cumplirá con los objetivos previstos.

Los requisitos establecidos en la norma vigente en el Perú para controlar la calidad del agua de consumo humano (Norma Técnica Nacional: NTN 214.003 ITINTEC) carecieron de estudios previos de carácter nacional y fueron adoptados de normas de otros países, los cuales tienen condiciones epidemiológicas y socioculturales diferentes. La NTN establece como límites permisibles un máximo de 500 Bacterias heterotróficas por mililitro y ausencia de coliformes totales y coliformes fecales por 100 mililitros. Estos indicadores bacteriológicos de la calidad del agua no garantizan que esté exenta de riesgo para la salud, debido a que existen gérmenes que pueden encontrarse en el agua cuando no se detectan los indicadores mencionados (Ontiveros, 1983); este hecho se puede deber a una mayor capacidad de supervivencia de los microorganismos patógenos (Galarraga, 1984) a una mayor resistencia a las concentraciones de Cloro libre residual (CLR) que comúnmente se utiliza para desinfectar al agua (Cáceres, 1990; Freira, 1995) o a una interferencia en el crecimiento de los indicadores.

Debido a que en La localidad hay una elevada prevalencia de enfermedades infectocontagiosas producidas por microorganismos que son viabilizados por el agua de consumo humano (Galarraga, 1984), es necesario proteger y controlar su calidad mediante la aplicación de requisitos eficaces. Por ello se considera de especial importancia evaluar el estándar local de aceptabilidad del agua de consumo humano y proponer criterios para el perfeccionamiento de los mismos.

1.2. Delimitación de la investigación

Temporal: El desarrollo de mi investigación, tuvo una duración aproximada de 1 año entre la formulación del proyecto y el desarrollo del trabajo de investigación.

Espacial: El desarrollo de la investigación, se llevó a cabo en el Distrito de Yanacancha urbanización San Juan Pampa, Pasco

Sujetos: está señalado para 26 muestras distribuidas entre avenidas, jirones y pasajes para el año 2018.

Contenido: Considerando que esta investigación fue Básica, de tipo Descriptivo, se estudió la relación estadística entre las variables V_1 : referido a Indicadores bacteriológicos y V_2 : referido a Calidad del agua potable de Yanacancha.

1.3 Formulación del problema

1.3.1 Problema principal

¿Cuál es el indicador bacteriológico del agua potable en el distrito de Yanacancha?

1.3.2. Problemas Específicos

¿Cuál es el nivel de coliformes totales del agua de consumo humano en el distrito de Yanacancha?

¿Cómo es el nivel de coliformes fecales del agua potable en el distrito de Yanacancha?

1.4. Formulación de objetivos

1.4.1 Objetivo general

Determinar cuál es indicador bacteriológico del agua potable, en el distrito de Yanacancha.

1.4.2. Objetivos Específicos

Identificar cuál es el nivel de coliformes totales del agua potable en el distrito de Yanacancha.

Identificar cómo es el nivel de coliformes fecales del agua potable en el distrito de Yanacancha.

1.5. Justificación de la investigación

La investigación se justifica en la medida que me permitirá diagnosticar, conocer y tener información sobre la presencia y el recuento de los indicadores aislados del agua con la norma técnica nacional; en base a lo cual elaborar nuevos métodos o estrategias orientados a superar las anomalías de la calidad del agua de consumo humano existentes actualmente.

1.6. Limitaciones de la investigación

Tiempo y espacio de acuerdo a la normatividad de la Institución

Disponibilidad de los insumos químicos y biológicos para la investigación

Factor económico y social del tesista para la investigación propiamente dicha

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de estudio

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 las enfermedades relacionadas con la calidad del agua (Vargas, 1996)

El agua de calidad apta para consumo humano cuando entra al sistema de distribución, puede contaminarse a través de conexiones cruzadas, retrosifonaje, rotura de las tuberías del sistema de distribución, conexiones domiciliarias, cisternas y reservorios defectuosos, grifos contraincendios dañados y durante el tendido de nuevas tuberías o reparaciones realizadas sin las mínimas medidas de seguridad (OMS, 1985; OMS, 1995; Vargas, 1996)

Asimismo, defectos en la construcción o en las estructuras de pozos, depósitos, ausencia o irregular mantenimiento de dichas instalaciones son causas que predisponen el ingreso y proliferación de microorganismos desde distintas fuentes (Goya, 1997)

Además, existen factores secundarios que permiten el crecimiento de microorganismos en el agua dentro de los sistemas de distribución y almacenamiento como: cantidad y tipo de nutrientes, oxígeno, temperatura, pH, concentración de desinfectante y material de las tuberías (Galarraga, 1984).

La determinación de microorganismos intestinales normales como indicadores de contaminación fecal, en lugar de patógenos, es un principio de aceptación universal en la vigilancia y evaluación de la seguridad microbiana en los sistemas de abastecimiento de agua (Goez, 1999)

Estos microorganismos deben cumplir diferentes requisitos como: ser inofensivos para humanos, permanecer más tiempo que los microorganismos patógenos y con su ausencia demostrar un agua segura libre de microorganismos patógenos (Goez, 1999)

Además, un buen indicador debe ser específico de contaminación fecal debe hallarse en forma constante en las heces y estar asociado a las aguas residuales. Asimismo, debe ser fácilmente aislable, identificable y innumerable en el menor tiempo posible y con el menor costo. Debe ser capaz de crecer en los medios de cultivo comunes, estar distribuido al azar en las muestras y ser resistente a la inhibición de su crecimiento por otras especies (Goez, 1999)

2.2 Bases teóricas - científicas

2.2.1 Aspectos microbiológicos del agua

El mayor riesgo microbiano del agua es el relacionado con el consumo de agua contaminada con excrementos humanos o animales, aunque puede haber otras fuentes y vías de exposición significativas.

Nuestro trabajo trata sobre los microorganismos que, según pruebas obtenidas en estudios prospectivos en situaciones no epidémicas, ocasionan enfermedades por ingestión, o contacto con agua de consumo, así como sobre el control de dichos microorganismos.

2.2.2 Peligros microbianos relacionados con el agua de consumo

Los riesgos para la salud relacionados con el agua de consumo más comunes y extendidos son las enfermedades infecciosas ocasionadas por agentes patógenos como bacterias, virus y parásitos (por ejemplo, protozoos y helmintos). La carga para la salud pública es función de la gravedad de la enfermedad o enfermedades relacionadas con los agentes patógenos, de su infectividad y de la población expuesta.

Un fallo general del sistema de protección de la seguridad del abastecimiento de agua puede ocasionar una contaminación a gran escala del agua y potencialmente, epidemias detectables. Otras averías y la contaminación leve, posiblemente en ocasiones repetidas, pueden ocasionar brotes esporádicos significativos de enfermedades, pero no es probable que las autoridades de vigilancia de la salud pública los asocien con la fuente de abastecimiento de agua de consumo.

La evaluación y cuantificación de los riesgos puede ayudar a comprenderlos y gestionarlos, sobre todo los relacionados con casos de enfermedad esporádicos.

2.2.3 Infecciones transmitidas por el agua

Existen diversos tipos de agentes patógenos que pueden transmitirse por el agua de consumo contaminada. La tabla N°1 proporciona información general sobre agentes patógenos importantes en la gestión de sistemas de abastecimiento de agua de consumo. La gama de agentes patógenos cambia en función de factores

variables como el aumento de las poblaciones de personas y animales, el incremento del uso de aguas residuales, los cambios de los hábitos de la población o de las intervenciones médicas, las migraciones y viajes de la población, y presiones selectivas que favorecen la aparición de agentes patógenos nuevos o mutantes, y de recombinaciones de los agentes patógenos existentes. También existe una considerable variabilidad en la inmunidad de las personas, ya sea adquirida por contacto con un agente patógeno o determinada por factores como la edad, el sexo, el estado de salud y las condiciones de vida.

Tabla N° 1, Agentes patógenos transmitidos por el agua y su importancia en los sistemas de abastecimiento de agua

Agente patógeno	Importancia para la salud	Persistencia en los sistemas de abastecimientos de agua	Resistencia al cloro	Infectividad relativa	Fuente animal importante
Bacterias					
Burkholderia pseudomallei	Baja	Puede	Baja	Baja	No
Campylobacter jejuni, C. coli	Alta	Proliferar	Baja	Moderada	Sí
Escherichia coli patógena	Alta	Moderada	Baja	Baja	Sí
E. coli enterohemorrágica	Alta	Moderada	Baja	Alta	Sí
Legionella spp.	Alta	Moderada	Baja	Moderada	No
Micobacterias no tuberculosas	Baja	Prolifera	Alta	Baja	No
Pseudomonas aeruginosae	Moderada	Prolifera	Moderada	Baja	No
Salmonella typhi	Alta	Puede	Baja	Baja	No
Otras salmonelas	Alta	Proliferar	Baja	Baja	Sí
Shigella spp.	Alta	Moderada	Baja	Moderada	No
Vibrio cholerae	Alta	Puede	Baja	Baja	No
Yersinia enterocolitica	Alta	Proliferar	Baja	Baja	Sí
Virus					

Adenovirus	Alta	Larga	Moderada	Alta	No
Enterovirus	Alta	Larga	Moderada	Alta	No
Virus de la hepatitis A	Alta	Larga	Moderada	Alta	No
Virus de la hepatitis E	Alta	Larga	Moderada	Alta	Potencialmente
Norovirus y sapovirus	Alta	Larga	Moderada	Alta	Potencialmente
Rotavirus	Alta	Larga	Moderada	Alta	No
Protozoos					
Acanthamoeba spp.	Alta	Larga	Alta	Alta	No
Cryptosporidium parvum	Alta	Larga	Alta	Alta	Sí
Cyclospora cayetanensis	Alta	Larga	Alta	Alta	No
Entamoeba histolytica	Alta	Moderada	Alta	Alta	No
Giardia intestinalis	Alta	Moderada	Alta	Alta	Sí
Naegleria fowleri	Alta	Puede	Alta	Alta	No
Toxoplasma gondii	Alta	Proliferar	Alta	Alta	Sí
Helmintos					
Dracunculus medinensis	Alta	Moderada	Moderada	Alta	No
Schistosoma spp.	Alta	Corta	Moderada	Alta	Sí

Fuente: DIRESA Pasco

La transmisión por el agua de los agentes patógenos incluidos en el cuadro ha sido confirmada mediante estudios epidemiológicos e historias clínicas. La comprobación de la patogenicidad se basa, en parte, en la reproducción de la enfermedad en hospedadores adecuados. El valor de la información de estudios experimentales en los que se expone a voluntarios a concentraciones conocidas de agentes patógenos es relativo; como la mayoría de los estudios se realizan con voluntarios adultos sanos, la información obtenida sólo es aplicable a una parte de la población expuesta y la extrapolación a grupos más vulnerables debe estudiarse más a fondo.

La inocuidad del agua de consumo no depende únicamente de la contaminación fecal. Algunos microorganismos proliferan en las redes de distribución de agua (por ejemplo, *Legionella*), mientras que otros se encuentran en las aguas de origen

(el dracúnculo, *Dracunculus medinensis*) y pueden ocasionar epidemias y casos aislados. Para otros microbios (por ejemplo, las cianobacterias tóxicas) deben adoptarse medidas de gestión específicas.

Ciertas enfermedades graves se producen por inhalación de gotículas de agua (aerosoles) en las que los microorganismos causantes de la enfermedad pueden multiplicarse si contienen nutrientes y la temperatura es cálida. Son ejemplos de tales enfermedades las legionelosis, como la legionelosis neumónica o «enfermedad del legionario», ocasionadas por *Legionella* spp., y las enfermedades causadas por la ameba *Naegleria fowleri* (meningoencefalitis amebiana primaria [MAP]) y por *Acanthamoeba* spp. (Meningitis amebiana, infecciones pulmonares).

El agua de consumo insalubre, contaminada con tierra o heces, puede actuar como vehículo de otras infecciones parasitarias como la balantidiasis (*Balantidium coli*) y determinados helmintos (especies de los géneros *Fasciola*, *Fasciolopsis*, *Echinococcus*, *Spirometra*, *Ascaris*, *Trichuris*, *Toxocara*, *Necator*, *Ancylostoma* y *Strongyloides*, y la especie *Taenia solium*). No obstante, en la mayoría de estas especies, el modo de transmisión normal no es la ingestión de agua de consumo contaminada, sino la ingestión de los huevos presentes en alimentos contaminados con heces o con tierra contaminada con heces o, en el caso de *Taenia solium*, la ingestión del cisticerco por consumo de carne de cerdo no cocinada.

2.2.4 Persistencia y proliferación en el agua

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

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

Tras abandonar el organismo de su hospedador, la viabilidad y capacidad infecciosa de la mayoría de los agentes patógenos disminuyen 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.

Los agentes patógenos y parásitos transmitidos por el agua más comunes son los que poseen una infectividad alta y o pueden proliferar en el agua o poseen una resistencia alta fuera del organismo.

Los virus y las formas latentes de los parásitos (quistes, ooquistes, huevos) no pueden multiplicarse en el agua. Por el contrario, la presencia de cantidades relativamente altas de carbono orgánico biodegradable, junto con temperaturas cálidas y concentraciones residuales bajas de cloro, pueden permitir la proliferación de *Legionella*, *V. cholerae*, *Naegleria fowleri*, *Acanthamoeba* y organismos molestos en algunas aguas superficiales y en los sistemas de distribución de agua

La calidad microbiológica del agua puede variar muy rápidamente y en gran medida. Pueden producirse aumentos repentinos de la concentración de agentes

patógenos que pueden aumentar considerablemente el riesgo de enfermedades y desencadenar brotes de enfermedades transmitidas por el agua. Los análisis de la calidad microbiológica del agua normalmente tardan demasiado para que sus resultados puedan ser tenidos en cuenta por los responsables de la adopción de medidas para evitar el suministro de agua insalubre.

2.2.5 Aspectos relativos a la salud pública

Las epidemias de enfermedades transmitidas por el agua pueden afectar a numerosas personas, y la prioridad principal de la elaboración y aplicación de controles de la calidad del agua de consumo debe ser el control de estas epidemias. La información disponible sugiere también que el agua de consumo puede contribuir a la morbilidad general en ausencia de epidemias, de modo que una finalidad adicional del control de la calidad del agua de consumo debe ser reducir la morbilidad por enfermedades transmitidas por el agua en el conjunto de la población.

La experiencia ha demostrado que los sistemas de detección de epidemias de enfermedades transmitidas por el agua suelen ser ineficientes en países con cualquier grado de desarrollo socioeconómico, y el que no se detecten brotes no garantiza que no existan, ni indica necesariamente que el agua de consumo pueda considerarse inocua.

Algunos de los agentes patógenos cuya transmisión por agua de consumo contaminada es conocida producen enfermedades graves y que, en ocasiones, pueden ser mortales. Algunas de estas enfermedades son la fiebre tifoidea, el cólera, la hepatitis infecciosa (causada por el virus de la hepatitis A [VHA] o el de la hepatitis E [VHE]) y las enfermedades causadas por *Shigella* spp. y por *E. coli* O157.

Otras enfermedades conllevan típicamente desenlaces menos graves, como la diarrea de resolución espontánea (por ejemplo, las norovirus y *Cryptosporidium*). La exposición a agentes patógenos no produce los mismos efectos en todas las personas ni, por consiguiente, en todas las poblaciones. Gracias a los efectos de la inmunidad adquirida, la exposición repetida a un agente patógeno puede conllevar una menor probabilidad de enfermar o una menor gravedad de la enfermedad ocasionada. La inmunidad frente a algunos agentes patógenos (por ejemplo, el VHA) dura toda la vida, mientras que en otros casos (por ejemplo, *Campylobacter*) los efectos protectores pueden durar únicamente unos pocos meses o años. Por otro lado, los subgrupos de población vulnerables (por ejemplo, los niños, los ancianos, las mujeres embarazadas y las personas con inmunodeficiencia) pueden estar expuestos a un mayor riesgo de enfermar o la enfermedad puede ser más grave, incluso mortal. No todos los agentes patógenos producen efectos más intensos en todos los subgrupos de población vulnerables. Algunas personas infectadas no contraerán la enfermedad sintomática. La proporción de la población infectada que es asintomática (incluidos los portadores) es diferente para cada agente patógeno y también varía en función de características demográficas, como la prevalencia de inmunidad. Los portadores y las personas con infecciones asintomáticas, así como aquellas que aún no han desarrollado los síntomas, pueden contribuir a la propagación secundaria de agentes patógenos.

2.2.6. Formulación de metas de protección de la salud

a) Metas de protección de la salud aplicadas a los peligros microbianos

En situaciones en las que la carga de morbilidad de enfermedades transmitidas por el agua se considere suficientemente alta para permitir la

medición del efecto de las intervenciones, es decir, de las reducciones de la carga de morbilidad que puede atribuirse al agua de consumo, también pueden establecerse metas de protección de la salud mediante un enfoque basado en dichos resultados sanitarios.

La evaluación de riesgos es particularmente útil cuando la proporción de la morbilidad atribuible al agua de consumo es baja o difícil de medir directamente mediante la vigilancia de la salud pública o estudios epidemiológicos analíticos.

Para muchos agentes patógenos, se cuenta con escasos datos (tanto epidemiológicos como de evaluación de riesgos) en los que basar la formulación de metas de protección de la salud, pero se producen cada vez más datos. Para la formulación de metas nacionales, siempre será de gran utilidad la información generada en el país.

b) Método de evaluación de riesgos

En muchas circunstancias, es posible calcular los efectos de la mejora de la calidad del agua de consumo sobre los riesgos para la salud de la población mediante la elaboración y aplicación de modelos de evaluación de riesgos.

La evaluación cuantitativa de los riesgos microbianos es una disciplina en rápido desarrollo que combina de forma sistemática la información disponible sobre exposición al riesgo y sobre la relación entre dosis y respuesta para calcular valores estimados de la carga de morbilidad relacionada con la exposición a agentes patógenos. Se utilizan modelos matemáticos para estimar los efectos que producen, en poblaciones y subgrupos de población, concentraciones bajas de agentes patógenos en el agua de consumo.

Para interpretar y aplicar información obtenida en estudios epidemiológicos analíticos para determinar metas de protección de la salud de ámbito de aplicación local, es preciso tener en cuenta diversos factores, incluidos los siguientes:

- ¿Deben proporcionarse valores estimados específicos de reducción de la morbilidad o bien intervalos indicativos de las reducciones esperadas?
- ¿En qué medida es representativa de la población objetivo la muestra de estudio?
- ¿Se puede confiar en la validez de los resultados para un grupo de población más amplio?
- ¿En qué medida afectarán a los efectos esperados pequeñas variaciones en las condiciones demográficas o socioeconómicas?

c) Evaluación de la exposición

La evaluación de la exposición consiste en el cálculo del número de microbios patógenos a los que se expone una persona, principalmente por ingestión. La evaluación de la exposición es una actividad de predicción basada frecuentemente en juicios subjetivos. Conlleva, inevitablemente, incertidumbre y debe tener en cuenta la variabilidad de factores como las concentraciones de microorganismos (que varían en el tiempo), los volúmenes ingeridos, etcétera.

La exposición puede considerarse en términos de una dosis única de agentes patógenos ingerida por un consumidor en un momento determinado, o bien en términos de la cantidad total ingerida en varias exposiciones (por ejemplo, a lo largo de un año). Se determina en función de la concentración de microbios en el agua de consumo y del volumen de agua consumida.

Rara vez es posible o pertinente medir directamente y de forma sistemática la concentración de agentes patógenos presentes en el agua de consumo. Lo habitual es medir las concentraciones en las aguas de origen, o suponer su valor, y aplicar reducciones estimadas de las concentraciones, por ejemplo, debidas al tratamiento del agua para calcular la concentración en el agua consumida. Si se mide la concentración de agentes patógenos, es mejor, por lo general, hacerlo donde es máxima (generalmente en las aguas de origen). La reducción de la concentración de agentes patógenos lograda mediante la aplicación de sucesivas medidas de control se determina generalmente por medio de indicadores, como E. Coli, en el caso de las bacterias entéricas patógenas

El otro componente de la evaluación de la exposición, que es independiente del agente patógeno objeto de evaluación, es el volumen de agua no hervida consumida por la población, teniendo en cuenta las variaciones de los hábitos de consumo entre personas diferentes y, sobre todo, entre grupos de riesgo diferentes. En la evaluación de los riesgos derivados de peligros microbianos, es importante basarse en el volumen de agua no hervida consumida, tanto directamente como en la elaboración de alimentos, ya que el calentamiento del agua inactivará rápidamente los agentes patógenos que contenga. Este volumen es menor que el utilizado para determinar los valores de referencia de sustancias químicas y las metas relativas a la calidad del agua.

La exposición diaria de un consumidor puede calcularse multiplicando la concentración de agentes patógenos en el agua de consumo por el volumen de agua consumida. Para los fines de las Guías, se supone un consumo diario de 1 litro de agua de consumo no hervida.

Tabla N° 02, Relación entre carga de morbilidad tolerable asociada a agentes patógenos de referencia y calidad del agua de origen

Agua de río (contaminada por residuos humanos y animales)		Cryptosporidium	Campylobacter	Rotavirusa
Calidad del agua bruta (CR)	Microorganismos por litro	10	100	10
Efecto del tratamiento necesario para alcanzar un nivel de riesgo tolerable	Reducción porcentual	99,994%	99,99987%	99,99968%
(T%), Calidad del agua de consumo (CD)	Microorganismos por litro	$6,3 \times 10^{-4}$	$1,3 \times 10^{-4}$	$3,2 \times 10^{-5}$
respuesta (r) Riesgo de infección (Pinf,d)	infección, por microorganismo Diario	$2,5 \times 10^{-6}$	$2,3 \times 10^{-6}$	$8,5 \times 10^{-6}$
Riesgo de infección (Pinf,y)	Anual	$9,2 \times 10^{-4}$	$8,3 \times 10^{-4}$	$3,1 \times 10^{-3}$
Riesgo de enfermar (diarrea) habiéndose producido		0,7	0,3	0,5

Esta magnitud debe reflejar, además de los efectos de los desenlaces agudos (por ejemplo, diarrea), la mortalidad y los efectos de desenlaces más graves (por ejemplo, el síndrome de Guillain-Barré asociado a Campylobacter). La carga de morbilidad por caso es muy variable. Los requisitos de tratamiento deben ser mucho más rigurosos, para la misma calidad del agua de origen.

En el caso de algunos agentes patógenos, es posible que sólo una parte de la población sea vulnerable, porque la inmunidad generada tras un episodio inicial de infección o enfermedad puede proporcionar una protección vitalicia. Son ejemplos de tales agentes patógenos el virus de la hepatitis A y los rotavirus. La incertidumbre de la estimación del riesgo es consecuencia de la incertidumbre y la variabilidad de los datos obtenidos en las diversas etapas de la evaluación de riesgos. Idóneamente, los modelos de evaluación de riesgos deberían tener en

cuenta esta variabilidad e incertidumbre, aunque aquí se ofrecen únicamente estimaciones puntuales (véase a continuación).

Es importante elegir la estimación puntual más adecuada para cada una de las variables. Según se deduce de consideraciones teóricas, los riesgos son directamente proporcionales a la media aritmética de las dosis ingeridas. Por ello, se recomienda el uso de medias aritméticas de variables como la concentración de agentes patógenos en el agua bruta, la tasa de eliminación mediante tratamiento y el consumo de agua de consumo.

2.2.7 Verificación de la inocuidad y calidad microbiológicas

El agua de consumo tratada puede no contener *E. coli* y sin embargo contener agentes patógenos más resistentes a las condiciones medioambientales o técnicas de tratamiento convencionales. Estudios retrospectivos de epidemias de enfermedades transmitidas por el agua y avances en el conocimiento del comportamiento de los agentes patógenos en el agua han mostrado que la confianza sistemática en hipótesis relacionadas con la ausencia o presencia de *E. coli* no garantiza la adopción de decisiones óptimas relativas a la seguridad del agua.

Los protozoos y algunos enterovirus son más resistentes a muchos desinfectantes, incluido el cloro, y pueden seguir siendo viables (y mantener su capacidad patógena) en el agua de consumo tras su desinfección. Otros microorganismos pueden ser indicadores más adecuados de peligros microbianos persistentes, y debería evaluarse su selección como indicadores adicionales a tenor de las circunstancias locales y los conocimientos científicos. Por consiguiente, para verificar la calidad microbiológica del agua puede ser preciso analizar diversos

microorganismos, como enterococos intestinales, (esporas de) *Clostridium perfringens* y bacteriófagos.

Una consecuencia de la diversa vulnerabilidad de las personas a los agentes patógenos es que la exposición a agua de consumo de una calidad particular puede producir efectos sobre la salud diferentes en poblaciones diferentes. Para la determinación de valores de referencia es necesario definir las poblaciones de referencia o, en algunos casos, centrarse en grupos de población vulnerables específicos. Al determinar las normas nacionales, puede ser oportuno que las autoridades nacionales o locales tengan en cuenta las características específicas de las poblaciones afectadas.

Si se detecta *E. coli* debe investigarse inmediatamente su origen. Aunque *E. coli* es el indicador de contaminación fecal más preciso, el recuento de bacterias coliformes termotolerantes es una opción aceptable. En caso necesario, deben realizarse los análisis de confirmación pertinentes. Las bacterias coliformes totales no son indicadores aceptables de la calidad sanitaria de los sistemas de abastecimiento de agua, sobre todo en zonas tropicales donde casi todos los sistemas de abastecimiento de agua no tratada contienen numerosas bacterias que no constituyen un problema sanitario.

Se reconoce que, en la gran mayoría de los sistemas de abastecimiento de agua rurales, sobre todo en los países en desarrollo, la contaminación fecal es frecuente. Es preciso, sobre todo en estas circunstancias, establecer metas a medio plazo de mejora progresiva de los sistemas de abastecimiento de agua.

2.2.8 Métodos de detección de bacterias indicadoras de contaminación fecal

El análisis de las bacterias indicadoras de contaminación fecal proporciona una indicación sensible, aunque no la más rápida, de la contaminación del agua de

consumo. Dado que el medio de cultivo y las condiciones de incubación, así como la naturaleza y antigüedad de la muestra de agua, pueden influir en la especie aislada y en el recuento, la exactitud de los análisis microbiológicos puede ser variable. Es, por consiguiente, muy importante normalizar los métodos y los procedimientos de laboratorio para poder aplicar criterios de calidad microbiológica del agua uniformes, entre laboratorios diferentes y a nivel internacional.

Los métodos normalizados internacionales deben evaluarse, antes de adoptarlos, en las circunstancias locales. Existen métodos normalizados establecidos, como los de la ISO y también métodos de eficacia y fiabilidad equivalentes. Para los exámenes sistemáticos conviene utilizar métodos normalizados establecidos. Sea cual sea el método de detección de *E. coli* o de coliformes termotolerantes elegido, debe considerarse la importancia de «resucitar» o recuperar las cepas dañadas por las condiciones medioambientales o por la acción de desinfectantes.

Tabla N° 03, Normas de la Organización Internacional de Normalización (ISO) para la detección y recuento de bacterias indicadoras de contaminación fecal en agua

Norma ISO	Título (calidad del agua)
6461-1:1986. (UNE-EN 26461- 1:1995)	(Detección y recuento de los esporos de microorganismos anaerobios sulfito-reductores (clostridia). Parte 1: método por enriquecimiento en un medio líquido.)
6461-2:1986. (UNE-EN 26461- 2:1995)	(Detección y recuento de los esporos de microorganismos anaerobios sulfito-reductores (clostridia). Parte 2: método de filtración por membrana.)
7704:1985 (UNE77075:1991)	(Evaluación de las membranas filtrantes utilizadas en los análisis microbiológicos.)
7899-1:1984	(Sólo en inglés; Detección y recuento de estreptococos intestinales. Parte 1: Método de enriquecimiento en un medio líquido)

7899-2:1984. (UNE EN ISO 7899-2:2001)	(Detección y recuento de enterococos intestinales. Parte 2: Método de filtración de membrana.)
9308-1:1990 (UNE-EN ISO 9308-1:2001)	(Detección y recuento de Escherichia coli y de bacterias coliformes. Parte 1: Método de filtración en membrana.)
9308-2:1990	Detección y recuento de microorganismos coliformes, microorganismos coliformes termotolerantes y Escherichia coli presunta. Parte 2: método del tubo múltiple (número más probable)

2.2.9. Determinación de medidas locales de respuesta a problemas y situaciones de emergencia relativos a la calidad microbiológica del agua

Durante una situación de emergencia en la que se tienen pruebas de contaminación fecal del agua de consumo, puede ser necesario utilizar temporalmente otras fuentes de agua o bien modificar el tratamiento de las fuentes existentes, intensificando la desinfección del agua en la fuente, tras su tratamiento o durante su distribución.

Si no puede mantenerse la calidad microbiológica, puede ser necesario recomendar a los consumidores que hiervan el agua mientras dure la situación de emergencia. Cuando sea posible reaccionar con rapidez suficiente para impedir que cantidades significativas de agua contaminada lleguen a los consumidores, puede ser preferible efectuar una supercloración y aplicar medidas correctoras inmediatas.

Durante epidemias de enfermedades potencialmente transmitidas por el agua o cuando se detecte la contaminación fecal de un sistema de abastecimiento de agua de consumo, una respuesta inmediata mínima debe ser aumentar la concentración de cloro libre a más de 0,5 mg/l en todo el sistema. Es fundamental que las decisiones se adopten tras consultar a las autoridades de salud pública y, en caso pertinente, a las autoridades civiles.

2.2.10 Recomendaciones de hervir el agua o de evitar su consumo

Los proveedores de agua, conjuntamente con las autoridades de salud pública, deben elaborar protocolos para la promulgación de órdenes de hervir el agua y recomendaciones de evitar su consumo.

Los protocolos deben elaborarse antes de que se produzcan incidentes y deben incorporarse a los planes de gestión. Las decisiones de promulgar recomendaciones se realizan frecuentemente en un plazo corto, y el desarrollo de medidas durante un incidente puede complicar la toma de decisiones, dificultar la comunicación y socavar la confianza de la población.

Los protocolos deben especificar mecanismos de comunicación de las recomendaciones de hervir el agua o de evitar su consumo. Pueden disponerse mecanismos diferentes en función de la naturaleza del sistema de abastecimiento y del tamaño de la comunidad afectada.

Los métodos elegidos deben proporcionar una garantía razonable de que la recomendación se notifica, a la mayor brevedad posible, a todos los afectados, incluidos los residentes en el lugar, quienes trabajen en el mismo y quienes se encuentren allí de viaje.

Las recomendaciones de hervir agua deben indicar que el agua puede potabilizarse calentándola hasta que hierva vivamente. Tras hervirla, debe dejarse que el agua se enfríe sola, sin añadir hielo. Este procedimiento es eficaz a cualquier altitud y aunque el agua esté turbia.

Cuando se anulan las recomendaciones de hervir el agua o evitar su consumo, debe notificarse la anulación, por canales similares, a los mismos grupos de población a quienes se informó de la recomendación. Además, debe informarse a los administradores, gestores u ocupantes de grandes edificios y de edificios

que cuentan con depósitos de almacenamiento de agua de la necesidad de asegurarse de haber purgado concienzudamente los depósitos y el conjunto de los sistemas de distribución internos antes de recuperar los usos normales del agua.

2.2.11. Parámetros microbiológicos

Referido a seres vivos muy pequeños, como las bacterias, los virus, hongos y parásitos, visibles sólo bajo los lentes de un microscopio.

Uno de los más mencionados y cuya presencia está prohibida en el agua, es el referido a las bacterias coliformes (*Echerichia Coli*, la más común de ellas), que, al incrementar su cantidad de manera abrupta, puede producir infecciones intestinales. De igual forma, no se deben encontrar en el agua, huevos de larvas de gusanos, protozoarios dañinos para la salud del ser humano, entre otros.

Parámetros Organolépticos

Parámetro Unidad de medida

Límite máximo permisible

Olor – Aceptable

Sabor – Aceptable

Turbiedad UNT 5

pH Valor de pH 6.5 a 8.5

Basados en el uso de los sentidos, toman en cuenta parámetros que afectan la calidad estética del agua. Para lo que se han establecido rangos con distintas unidades de medida para características como el olor, sabor, turbiedad, entre otros.

Establece la cantidad máxima de ciertos elementos en el agua, como son el arsénico, mercurio, plomo, boro, etc.

Además, limita la concentración de sustancias orgánicas (compuestos de carbono), como los hidrocarburos disueltos, el benceno, aldrín, cloruro de vinilo, etc.

2.2.12 Parámetros de Control Obligatorio

Si bien la lista es extensa para cada uno de los grupos de parámetros que mencionamos, es importante tomar en cuenta que algunos de estos son parte de los controles obligatorios para las empresas o personas que distribuyen agua para el consumo humano (proveedores de agua), es decir son de cumplimiento obligatorio. Estos son:

- 1.- Bacterias coliformes totales
- 2.- Bacterias coliformes termotolerantes (*Escherichia coli*)
- 3.- Color
- 4.- Turbiedad
- 5.- Residual de desinfectante; y
- 6.- pH

En las condiciones de DIGESA, se señala que el proveedor del agua después de realizar la desinfección para eliminar todo tipo de microorganismos, deberá dejar un residual del desinfectante (cloro o solución clorada) para proteger el agua de una posible contaminación microbiológica, durante su distribución. El agua de consumo humano en el Perú Según el informe de Evolución de la Pobreza el 51% de los hogares pobres consume agua proveniente de red pública (se entiende por red pública a la red de agua dentro o fuera de la vivienda, o mediante el uso de un pilón público). El 49% restante accede al agua para su consumo por medio de camiones cisterna, ríos, acequias u otros similares.

En ese sistema, el primer paso es asegurarse de que el agua no esté turbia, para lo que se utiliza el alumbre (piedra blanquecina) que ayuda a la sedimentación en un tiempo corto.

En un segundo momento el agua clarificada se pasa por un filtro (para asegurarse de no dejar pasar ningún elemento sólido) y se procede a añadir hipoclorito de sodio en la proporción adecuada y se deja reposar con el recipiente tapado. Pasados treinta minutos, el agua está lista para beber.

Como se ve en el esquema, el tratamiento consta de dos unidades de acción: la unidad de recolección y mejoramiento fisicoquímico y la unidad de filtración, desinfección y almacenamiento.

Es más, según indica DIGESA, para tener agua segura es aconsejable seguir las siguientes indicaciones adicionales:

- 1.-Hervir el agua por 3 minutos
- 2.-Agregar un producto desinfectante con registro de DIGESA:
 - Hipoclorito de sodio al 0.5% (4 gotas por litro de agua)
 - Hipoclorito de sodio al 2%, 3%, 5% y 6% (1 gota por litro de agua)
 - Pastillas para desinfectar el agua (un comprimido por litro)

Nota 1: Si la actividad global α de una muestra es mayor a 0,5 Bq/L o la actividad global β es mayor a 1 Bq/L, se deberán determinar las concentraciones de los distintos radionúclidos y calcular la dosis de referencia total; si ésta es mayor a 0,1 mSv/año se deberán examinar medidas correctivas; si es menor a 0,1 mSv/año el agua se puede seguir utilizando para el consumo.

Tabla N° 04: *Autorización sanitaria, registro de los sistemas de abastecimiento*

Componente del Sistema	Registro	Autorización Sanitaria	Aprobaciones

de Abastecimiento	¿Requiere?	Entidad que registra	¿Requiere?	Entidad que autoriza	¿Requiere?	Entidad que autoriza
Fuente de abastecimiento de agua	SI	DIRESA, GRS, DISA				
Sistemas de abastecimiento de agua	SI	DIRESA, GRS DISA				
Plantas de tratamiento de agua potable			Si	DIGESA (1) DIRESA, GRS		
Plan de control de calidad (PCC)					Si	DIGESA (1) DIRESA, GRS
Planes de Adecuación sanitaria (PAS)					Si	DIGESA (1) DIRESA, GRS
Surtidores de agua			SI	DIRESA, GRS DISA		
Camiones cisterna			SI	DIRESA, GRS		
Desinfectantes de agua	SI	DIGESA (1) DIRESA, GRS				

(1) **Nota:** De acuerdo a la décima disposición transitoria, complementaria y final.

2.3 Definición de términos básicos

Agua cruda. Es aquella agua, en estado natural, captada para abastecimiento que no ha sido sometido a procesos de tratamiento. (DIGESA, 2015). 46

Agua natural. Recurso acuático que se encuentran en la naturaleza (González, 2012).

Agua natural superficial. Es la que se encuentra en la superficie del terreno formando los ríos, lagos, manantiales (González, 2012).

Agua natural subterránea. Es la que se encuentra bajo la superficie del terreno pudiendo ser su afloramiento natural o extracción artificial (González, 2012).

Agua para consumo humano. Agua apta para consumo humano y para todo uso doméstico habitual, incluida la higiene personal. (DIGESA, 2015).

Agua tratada. Toda agua sometida a procesos físicos, químicos y/o biológicos para convertirla en un producto inocuo para el consumo humano.

Alcalinidad total. Capacidad del agua para neutralizar ácidos y representa la suma de bases que pueden ser tituladas (APHA, AWWA, & WPCF, 1995).

Análisis físico y químico del agua. Son aquellos procedimientos de laboratorio que se efectúan a una muestra de agua para evaluar sus características físicas, químicas o ambas. (DIGESA, 2015).

Análisis microbiológico del agua. 47 Son los procedimientos de laboratorio que se efectúan a una muestra de agua para consumo humano para evaluar la presencia o ausencia, tipo y cantidad de microorganismos. (DIGESA, 2015).

Características bacteriológicas. Son aquellas que se originan por la presencia de bacterias nocivas a la salud humana (González, 2012).

Contaminación. 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 el uso del agua (González, 2012).

Coliformes. Grupo de especies bacterianas que tienen ciertas características bioquímicas en común e importancia relevante como indicadores de contaminación del agua y los alimentos (APHA, AWWA, & WPCF, 1995).

Coliformes fecales. Sub grupo de coliformes que habitan en el intestino del hombre y animales de sangre caliente y que fermentan la lactosa con formación de gas a las 24 horas a 44,5°C (APHA, AWWA, & WPCF, 1995).

Coliformes termo tolerantes. Coliformes que son capaces de fermentar lactosa a 44-45°C. En muestras de agua, predominan los géneros *Escherichia*, *Citrobacter*, *Klebsiella* y *Enterobacter*. *Escherichia coli* se puede distinguir de los 48 demás coliformes termo tolerantes por su capacidad para producir indol a partir de triptófano o por la producción de la enzima β glucuronidasa (APHA, AWWA, & WPCF, 1995).

Características físico-químicas. Son aquellas que se originan por la presencia de bacterias nocivas a la salud humana (González, 2012).

Cloruros. El ión cloruro (Cl), es uno de los aniones inorgánicos principales en el agua natural y residual. El contenido de cloruros de las aguas naturales es variable y depende principalmente de la naturaleza de los terrenos atravesados, en cualquier caso, esta cantidad (Severiche, Castillo, & Acevedo, 2013).

Conductividad eléctrica. Parámetro que mide la concentración de minerales disueltos en una muestra de agua, siendo más conductora de la electricidad mientras tenga más minerales disueltos (Severiche, Castillo, & Acevedo, 2013).

Dureza total. Se refiere al contenido total de iones alcalinotérreos (grupo 2) que hay en el agua, principalmente Ca y Mg. La dureza, por lo general, se expresa como el número equivalente de miligramos de carbonatos de calcio (CaCO) por litro. Es decir, si la concentración total de Ca y Mg es 1 mM, se dice que la dureza es 100 mg/l de CaCO (Romero, 2006, p. 49)

Escherichia coli. Especie del género *Escherichia* (familia enterobacteriaceae); son bacilos cortos, anaerobios facultativos, móviles o inmóviles, gran negativo, formadores de gas, que fermentan la glucosa y la lactosa; son ubicuos en el suelo, agua y las heces (González, 2012).

Grupo coliforme. Coliformes totales, es un grupo de bacterias que habitan en el tracto intestinal del hombre y animales de sangre caliente. Pueden encontrarse en plantas suelos y ambientes acuáticos son aerobios y anaerobios facultativos formas bacilares no son formadoras de esporas gran negativos fermentadores de lactosa con producción de ácido y gas (González, 2012).

Límite máximo permisible. Son los valores máximos admisibles de los parámetros representativos de la calidad del agua para consumo humano. (DIGESA, 2015).

Muestra de agua. Volumen de agua representativa para ser analizada según requerimiento de laboratorio o del método de ensayo específico en puntos del sistema de agua potable, en forma aleatoria (en relación con el momento y emplazamiento). (DIGESA, 2015).

Parámetros de Campo. Son indicadores o valores de las medidas físicas químicas realizadas en un punto de la toma de muestra, siendo estos la 50 temperatura, conductividad, pH, cloro residual y turbiedad. (DIGESA, 2015).

pH. Es una medida convencional de la acidez o basicidad de soluciones acuosas por definición es igual al logaritmo negativo de la concentración de los iones hidrogeno en la solución (APHA, AWWA, & WPCF, 1995).

Sólidos disueltos totales. Medida de la materia en una muestra de agua, más pequeñas de 2 micras y no pueden ser removidos por un filtro tradicional. Es básicamente la suma de todos los minerales metales y sales disueltos en el agua y es un buen indicador de la calidad del agua (Severiche, Castillo, & Acevedo, 2013).

Sulfatos. Son aniones que abundan en aguas naturales. Pueden tener su origen en el contacto del agua, con terrenos ricos en yesos, así como por la contaminación con aguas residuales industriales el contenido de estos no suele presentar problemas de

potabilidad en las aguas de consumo humano, pero contenidos superiores a 300 mg/l pueden causar trastornos gastrointestinales en los niños se sabe que los sulfatos de sodio y magnesio tienen acción laxante, por lo que no es deseable un exceso de los mismos en las aguas de consumo (Romero, 2006). 51

Toma de muestra de Agua para Consumo Humano. Es el procedimiento para obtener volúmenes de agua en puntos determinados del sistema, de abastecimiento de agua para consumo humano, debiendo ser representativos; con el propósito de evaluar características físicas, químicas, biológicas y/o microbiológicas.

2.4 Formulación de Hipótesis

2.4.1 Hipótesis alterna

H₁: El valor de los Indicadores bacteriológicos de acuerdo a la Normatividad para el agua potable en el Distrito de Yanacancha es menor a los datos obtenidos como promedio para los Indicadores bacteriológicos en el análisis biológico y por lo tanto si genera daño en la salud del poblador.

2.4.2 Hipótesis nula

H₀: El valor de los Indicadores bacteriológicos de acuerdo a la Normatividad para el agua potable en el Distrito de Yanacancha es mayor o igual a los datos obtenidos como promedio para los Indicadores bacteriológicos en el análisis biológico y por lo tanto no genera daño en la salud del poblador.

2.5 Identificación de variables

2.5.1 Variable independiente

Indicadores Bacteriológicos

2.5.2 Variable dependiente

Agua potable

2.6. Definición Operacional de variables e indicadores

2.6.1 Variable Independiente

Tabla N° 05, *operacionalización de la variable independiente*

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos
Indicadores Bacteriológicos	Los microorganismos indicadores son aquellos que tienen un comportamiento similar a los patógenos (concentración y reacción frente a factores ambientales y barreras artificiales), pero son más rápidos, económicos y fáciles de identificar..	El agua para consumo humano no debe contener microorganismos patógenos, ni sustancias tóxicas o nocivas para la salud. Por tanto, el agua para consumo debe cumplir con la normativa local o internacional.	Las condiciones bacteriológicas del agua son fundamentales desde el punto de vista sanitario. La norma bacteriológica de calidad establece que el agua debe estar exenta de patógenos de origen entérico y parasitario intestinal que son los responsables de transmitir enfermedades. Los microorganismos indicadores de contaminación deben cumplir los siguientes requisitos: fáciles de aislar y crecer en el laboratorio; ser	Desde el punto de vista bacteriológico, para definir la potabilidad del agua, es preciso investigar bacterias aerobias mesófilas y coliformes totales y fecales.	El análisis cuantitativo de bacterias en una muestra de agua puede realizarse por dos metodologías diferentes: recuento directo de microorganismos cultivables por siembra sobre un cultivo agarizado. y recuento indirecto (basado en cálculos estadísticos). Esta metodología se denomina «Técnica de los Tubos Múltiples» y los resultados se expresan como número más probable (NMP) de microorganismos .

			relativamente inocuos para el hombre y animales.		
--	--	--	--	--	--

Fuente: propia

2.6.2 Variable Dependiente

Tabla N° 06, operacionalización de la variable dependiente

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos
Agua potable	El agua potable es el agua apta para consumo humano, es decir, el agua que puede beberse directamente o usarse para lavar y/o preparar alimentos sin riesgo alguno para la salud.	Por lo común la calidad se juzga como el grado en el cual se ajusta a los estándares físicos, químicos y biológicos fijados por normas nacionales e internacionales. Es importante conocer los requisitos de calidad a fin de determinar si se requiere tratamiento Los estándares de calidad también se usan para vigilar los procesos de tratamiento y corregirlos de ser necesario	Es necesario de antemano conocer: El tipo de fuente, la calidad del agua de la misma, las características organolépticas, físico-químicas y microbiológica s esenciales, los estudios de tratabilidad para seleccionar los procesos de potabilización, el procedimiento de muestreo para el control de calidad, las características de producción que debe cumplir la fuente para el abastecimiento que se requiere, la protección	Biológico, residuos cloacales (bacterias, virus, parásitos) Residuos de destilerías de petróleo, carbón Desechos de fábricas Plaguicidas, fertilizantes, detergentes, metales Radiactividad ,	Resolución suprema. 1946: Reglamento de los requisitos de las aguas para ser consideradas potables. Decreto Ley N° 17752. Ley General de Aguas. 1969: aguas del Uso I corresponden a las aguas de abastecimiento doméstico Norma técnica nacional "Agua potable. Requisitos". ITINTEC. 1987 Ley N° 26338. Ley General de Servicios de Saneamiento. Ley N° 26842. Ley General de Salud. 1997: Indica que el Ministerio de

			que debe suministrarse a este recurso entre otros.		Salud es la autoridad sanitaria nacional
--	--	--	---	--	--

Fuente: propia

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1 Tipo de Investigación

La investigación es Básica

Alba Lucía Marín Villada, 2014, en su libro sobre la Investigación básica, señala que la investigación fundamental o básica, se caracteriza porque parte de un marco teórico y lo describe, sin contrastarlos con ningún aspecto práctico.

3.2 Método de Investigación

El método de investigación es descriptivo:

Willian Jhoel Murillo Hernández, 2015, define el método descriptivo: comprende, análisis e interpretación de la naturaleza actual, y la composición o procesos de los fenómenos, trabaja sobre realidades de hechos, y su característica fundamental.

3.3 Diseño de la Investigación

El diseño de ejecución para el estudio es el siguiente:

Diseño simple de un grupo:

Grupo	Experimentación de variable	Variable independiente
E	X	Y2

Fuente: Santiago Valderrama M., p.52, pasos para elaborar proyecto de tesis de investigación científica.

donde

E = Grupo experimental

X = Observación de la variable independiente.

Y2= Descripción de la variable independiente

3.4 Población y muestra

3.4.1 Población

Distrito de Yanaccancha

3.4.2 Muestra

Será de tipo no probabilística, por razones de acceso, trabajándose en los grifos de las instalaciones domiciliarias que suministra EMAPA Pasco, Yanacancha urbanización San Juan Pampa - con 26 muestras distribuidas en avenidas, jirones y pasajes. Criterios para seleccionar la muestra

- Domicilios de la Av. Los Procesos (5 muestras)
- Domicilios de la Av. El Minero (5 muestras)
- Domicilios de la Av. Bolívar (5 muestras)
- Domicilios de la Av. 06 de diciembre (5 muestras)
- Domicilios del Jr. Columna Pasco (3 muestras)
- Domicilios de la Av. Daniel Alcides Carrión “doble pista” (3 muestras)

3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.5.1 Técnicas

Observación: en opinión de Sabino (1992:111-113), la observación es una técnica antiquísima, puede definirse, como el uso sistemático de nuestros sentidos en la búsqueda de los datos que necesitamos para resolver un problema de investigación.

3.5.2 Instrumentos

Observación simple: En opinión de Sabino (1992:111-113) es. Cuando el observador sólo se hace presente con el propósito de obtener la información (como en este caso), la observación, recibe el nombre de no participante o simple.

3.6 Técnicas para el procesamiento y análisis de datos

3.6.1 Procesamiento manual

Empleo de cuentas para la tabulación de los resultados.

3.6.2 Técnicas estadísticas

Se aplicarán las técnicas de la estadística descriptiva

El procesamiento y análisis de datos en la referida investigación se realizará en dos niveles como:

a) A nivel descriptivo

- ❖ -Organización de datos
- ❖ *Tablas de una entrada
- ❖ *Tablas de dos entradas

- ❖ -Representación de datos
- ❖ *Diagrama de columnas
- ❖ *Histograma de columnas
- ❖ *Diagrama de puntos
- ❖ *Diagrama de curvas
- ❖ -Medidas de resumen.
- ❖ *Media aritmética
- ❖ *Desviación estándar
- ❖ *Coeficiente de variación
- ❖ *Coeficiente de asimetría

b) A nivel inferencial

Para evaluar la hipótesis, se utilizará el test de Student con un 95% de confianza. Para resumir los datos, construir diagramas estadísticos, estimar medidas descripción y contrastar las hipótesis postuladas en esta investigación se utilizarán el programa estadístico SPSS version20 y el Microsoft Excel.

3.7. Tratamiento Estadístico

La información se organizará, analizará, y resumirá en tablas y gráficos mediante una computadora laptop con sistema Microsoft Windows XP versión 2018 y software Microsoft office (Word, Excel, SPSS for Windows versión 20

Para el Análisis de los Datos:

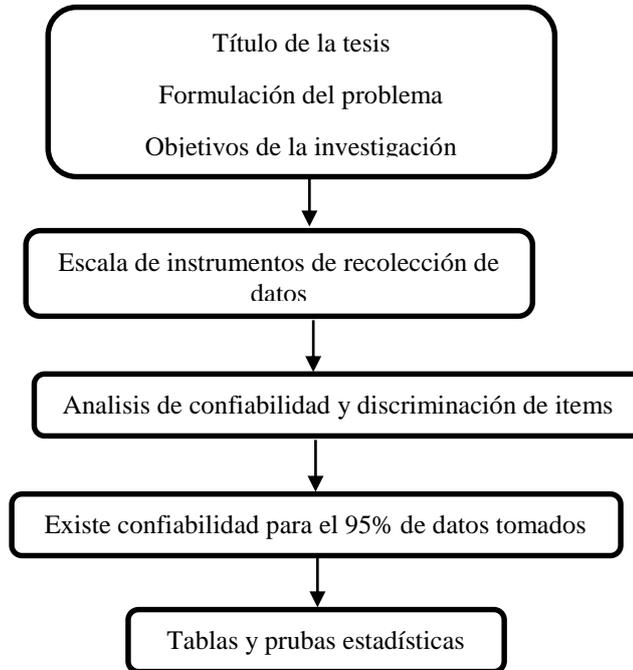
Se utilizarán las medidas de tendencia central como la media, moda, mediana, la desviación estándar.

Para la Prueba de Hipótesis:

La Prueba t de Student:

$$t(\alpha/2) = (X - u) \frac{1}{S/\sqrt{N-1}}$$

3.8. Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación



Validez, según Sánchez (2015) en su libro p. 95 señala que la “Validez es el grado de control y posibilidad de generalización que tiene el investigador sobre el problema que se está estudiando”

Confiabilidad, según Hernández (2014) en su libro p. 200 señala que “Es un instrumento de medición se refiere al grado en que su aplicación repetida al mismo individuo u objeto produce resultados iguales”

En el laboratorio, la validez y confiabilidad de los instrumentos de investigación están referidos al Decreto Supremo N° -2007-PCM., que decreta en su **Artículo 1.-** Apruébese los Estándares de Calidad Ambiental (ECAs) para Agua, contenidos en el Anexo I que forma parte integrante del presente Decreto Supremo, que establecen los niveles de concentración o del grado de elementos, sustancias o

parámetros físicos, químicos y biológicos máximos presentes en el agua en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente; asimismo, apruébese la Estrategia para la Implementación de los ECA para Agua, el cual está referenciado en el Anexo I. USO 1: Aguas superficiales destinadas a uso poblacional y recreacional, parámetros referidos a coliformes totales y termo tolerantes.

3.9. Orientación ética

Para la realización del trabajo de investigación, inicialmente se presentó el proyecto de investigación al Decanato de la Facultad de Ciencias de la Educación, que trasladó a la oficina de Investigación para su evaluación y aprobación, teniendo el consentimiento a través de resolución de Decanato para su ejecución de la tesis, con la finalidad de garantizar la transparencia en la participación del estudio.

CAPITULO IV

RESULTADOS DE LA INVESTIGACION

4.1. Descripción del trabajo de campo

Los resultados de la presente investigación se realizaron en una muestra de 26 domicilios de la urbanización san Juan Pampa de manera descriptiva, la recolección de datos en la variable independiente se ejecutó mediante la obtención del agua en los grifos domiciliarios previamente los envases fueron desinfectados con agua destilada y ubicados en el equipo de esterilización a 150° por 30 minutos en diferentes días con la finalidad de determinar los indicadores de calidad para el consumo en la población de San Juan Pampa. Utilizamos los siguientes equipos y materiales de laboratorio:

- La muestra envasada con botellas de vidrio un total de 26.
- Micro pipeta.
- Tubos de ensayo
- Gradilla
- Placa tipo Petri.

- Unidad de filtración
- Filtros de membrana.
- Almohadillas absorbentes.
- Pinzas
- Medios de cultivo: MFC para cultivos fecales y MENDO para coliformes totales.
- Contador de colonias.

Continuamos con el siguiente procedimiento para cada caso: primero ubicamos dos tubos de ensayo para cada muestra con la finalidad de analizar a UFC/100ml, continuamos a preparar los medios de cultivo según el caso MFC O MENDO respectivamente en las placas tipo Petri, al culminar el procedimiento con el equipo de filtración, trasladamos el filtro a la placa y ubicarlos en las incubadora; para coliformes fecales a 44,5°C por 24 horas y 35°C por 24 horas para coliformes totales, al final de tiempo las planas se trasladó al contador de colonias, según las indicaciones de calidad ISO 77075 de 1991 y 9308 del año 2001.

El observador sólo se hace presente con el propósito de obtener la información (como en este caso), la observación, recibe el nombre de no participante o simple. Y la variable dependiente: son los estándares establecidos por DIGESA en nuestro país.

4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados

Nuestros datos se presentan de cuadro de doble entrada y gráficos para su interpretación.

Tabla N° 07, indicadores bacteriológicos del agua, muestra 1

PUNTO DE MUESTREO	UFC 100	COLIFORMES	COLIFORMES	
ml		TOTALES	FECALES	FECHA

Av. Bolívar domicilio A	23	15,2	12/04/2017
Av. Los Próceres, domicilio B	21	17	12/04/2017
Av. Los Próceres, domicilio C	20,8	16	12/04/2017
Av. Los Próceres domicilio D	18	12.3	12/04/2017
Av. Los Próceres, domicilio E	22	19	12/04/2017

Fuente: Equipo de investigación 2017, laboratorio de Microbiología UNDAC

Interpretación de la tabla: En el presente cuadro podemos observar que en la Av. Los Próceres el 12 de abril encontramos entre 18 y 23 coliformes totales; y de 12,3 a 19 coliformes fecales en UFC/100 ml

Tabla N° 08, indicadores bacteriológicos del agua, muestra 2

PUNTO DE MUESTREO UFC 100ml	COLIFORMES TOTALES	COLIFORMES FECALES	FECHA
Av. El Minero A	8,6	4	14/06/2017
Av. El Minero B	10	6	14/06/2017
Av. El Minero C	11,9	7	14/06/2017
Av. El Minero D	9	6	14/06/2017
Av. El Minero E	11	3,5	14/06/2017

Fuente: Equipo de investigación 2017, laboratorio de Microbiología UNDAC

Interpretación de la tabla: Como podemos observar en el mes de junio en la Av. El Minero se encontró entre 8,6 y 11,9 de coliformes totales de igual forma de 3,5 a coliformes fecales por UFC/100 ml.

Tabla N° 09, indicadores bacteriológicos del agua, muestra 3

PUNTO DE MUESTREO UFC 100ml	COLIFORMES TOTALES	COLIFORMES FECALES	FECHA
Av. 06 de diciembre, domicilio A	13	7	14/07/2017
Av. 06 de diciembre, domicilio B	9	6	14/07/2017
Av. 06 de diciembre, domicilio C	16	10	14/07/2017
Av. 06 de diciembre, domicilio D	8	5	14/07/2017
Av. 06 de diciembre, domicilio E	15,9	13	14/07/2017

Fuente: Equipo de investigación 2017, laboratorio de Microbiología UNDAC

Interpretación de la tabla: De la misma forma podemos demostrar que en la Av. 06 de diciembre, el día 14 de julio del año 2017, encontramos de

8 a 16 coliformes totales y entre de 5 a 13 coliformes fecales por UFC/100 ml

Tabla N° 10, indicadores bacteriológicos del agua, muestra 4

PUNTO DE MUESTREO UFC 100ml	COLIFORMES TOTALES	COLIFORMES FECALES	FECHA
Av. Bolívar, domicilio A	10,4	8,2	18/08/2017
Av. Bolívar, domicilio B	8,3	4,6	18/08/2017
Av. Bolívar, domicilio C	9,2	5,9	18/08/2017
Av. Bolívar, domicilio D	11	8,3	18/08/2017
Av. Bolívar, domicilio E	7,9	4	18/08/2017

Fuente: Equipo de investigación 2017, laboratorio de Microbiología UNDAC

Interpretación de la tabla: durante el mes de agosto se tomó la muestra en la Av. Bolívar encontrándose de 7,9 a 11 coliformes totales y de 4 a 8,3 coliformes fecales por UFC/100 ml

Tabla N° 11, indicadores bacteriológicos del agua, muestra 5

PUNTO DE MUESTREO UFC 100ml	COLIFORMES TOTALES	COLIFORMES FECALES	FECHA
Av. Daniel Carrión domicilio A	10,3	7,1	21/09/2017
Av. Daniel Carrión domicilio B	13,2	9,3	21/09/2017
Av. Daniel Carrión domicilio C	11,4	7,8	21/09/2017

Fuente: Equipo de investigación 2017, laboratorio de Microbiología UNDAC

Interpretación de la tabla: en la Av. Daniel Carrión se tomó tres muestras el día 21 de setiembre en el encontramos luego del análisis microbiológico entre 10,3 y 13,2 coliformes totales mientras de 7,1 a 9,3 coliformes fecales por UFC/100 ml

Tabla N° 12, indicadores bacteriológicos del agua, muestra 6

PUNTO DE MUESTREO UFC 100ml	COLIFORMES TOTALES	COLIFORMES FECALES	FECHA
Jr. Ciro Alegría domicilio A	9,2	5,3	20/10/2017
Jr. Ciro Alegría domicilio B	7,6	4	20/10/2017

Jr. Ciro Alegría domicilio C	11,7	8,5	20/10/2017
------------------------------	------	-----	------------

Equipo de investigación 2017 laboratorios de Microbiología UNDAC

Interpretación de la tabla: durante el 20 de octubre se tomó tres muestras en el Jr. Ciro

Alegría en ella encontramos de 7,6 a 11,7 coliformes totales y de 4 a 7,5 coliformes fecales UFC/100 ml

4.3. Prueba de Hipótesis

H₀: El valor de los Indicadores bacteriológicos de acuerdo a la Normatividad para el agua potable en el Distrito de Yanacancha es mayor o igual a los datos obtenidos como promedio para los Indicadores bacteriológicos en el análisis biológico y por lo tanto no genera daño en la salud del poblador

$$H_0: \bar{X}_{LMP} \geq \bar{X}_{datos}$$

H₁: El valor de los Indicadores bacteriológicos de acuerdo a la Normatividad para el agua potable en el Distrito de Yanacancha es menor a los datos obtenidos como promedio para los Indicadores bacteriológicos en el análisis biológico y por lo tanto si genera daño en la salud del poblador

$$H_1: \bar{X}_{LMP} < \bar{X}_{datos}$$

$$t(\alpha/2) = (\bar{X} - u) \frac{1}{S/\sqrt{N-1}}$$

Validación de la t en la tabla estadística o valor crítico

$$\alpha/2 = 5\% = 0.025 \quad G.L. = 26 - 1 = 25 \quad t(\text{tabla}) = 2.060$$

Validación de la Hipótesis

t (valor del estadístico) > t (valor crítico) entonces se acepta H₁

t (valor del estadístico) < t (valor crítico) entonces se acepta H₀

4.4. Discusión de resultados

Durante la investigación confirmo la sospecha que la Empresa EMAPA quien entrega el agua potable a los habitantes del distrito de Yanacancha; con la presencia de coliformes totales y fecales fuera del estándar Nacional ajustados a los sistemas de calidad ISO 77075 del 1991y 9308 del año 2001 respectivamente tal como demuestro en el siguiente grafico

Tabla N° 13, indicadores bacteriológicos del agua, valor final

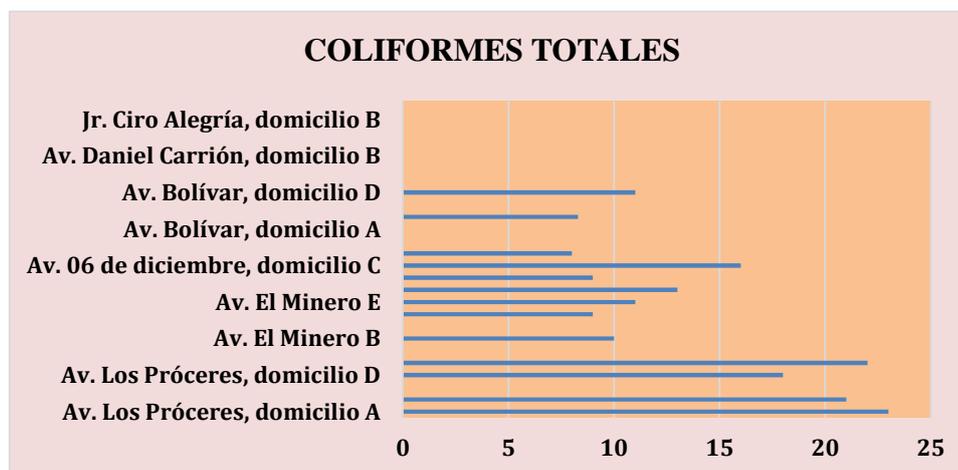
Punto de muestreo (ufc/ 100ml)	Coliformes Totales	Desviación Estándar	Valor del Estadístico	Coliformes Fecales	Desviación Estándar	Valor del Estadístico
Av. Los Próceres, domicilio A	23			15,2		
Av. Los Próceres, domicilio B	21			17		
Av. Los Próceres, domicilio C	20,8			16		
Av. Los Próceres, domicilio D	18			12.3		
Av. Los Próceres, domicilio E	22			19		
Av. El Minero A	8,6			4		
Av. El Minero B	10			6		
Av. El Minero C	11,9			7		
Av. El Minero D	9			6		
Av. El Minero E	11			3,5		
Av. 06 de diciembre, domicilio A	13			7		
Av. 06 de diciembre, domicilio B	9			6		
Av. 06 de diciembre, domicilio C	16			10		
Av. 06 de diciembre, domicilio D	8			5		
Av. 06 de diciembre, domicilio E	15,9			13		
Av. Bolívar, domicilio A	10,4			8,2		

Av. Bolívar, domicilio B	8,3			4,6		
Av. Bolívar, domicilio C	9,2			5,9		
Av. Bolívar, domicilio D	11			8,3		
Av. Bolívar, domicilio E	7,9			4		
Av. Daniel Carrión, domicilio A	10,3			7,1		
Av. Daniel Carrión, domicilio B	13,2			9,3		
Av. Daniel Carrión, domicilio C	11,4			7,8		
Jr. Ciro Alegría, domicilio A	9,2			5,3		
Jr. Ciro Alegría, domicilio B	7,6			4		
Jr. Ciro Alegría, domicilio C	11,7			8,5		
Promedio	13.8	5.5	12.5	9.1	5.1	8.9

Fuente: propia

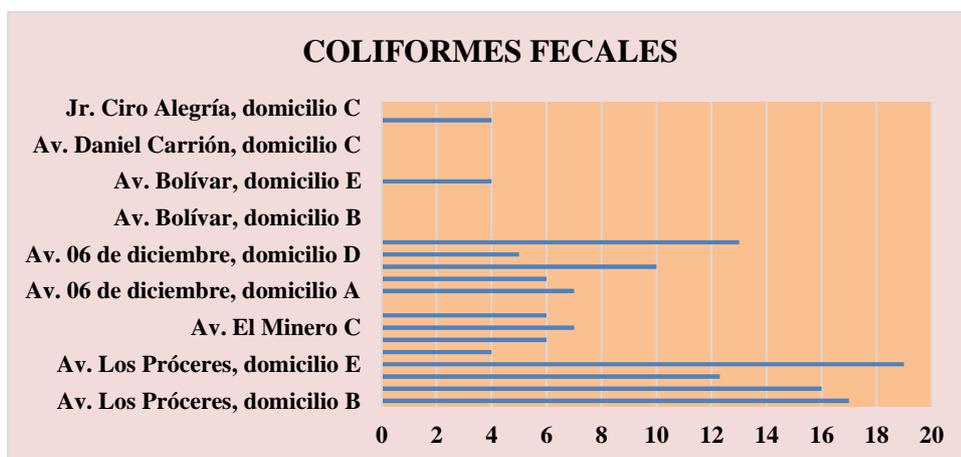
Interpretación de los Gráficos construidos a través de los datos obtenidos

Figura N° 01: grafico de datos de coliformes totales



Interpretación: los datos muestran los distintos valores para coliformes totales en los diferentes lugares de muestra, en todos ellos excede los LMP de la normatividad.

Figura N° 02: grafico de datos de coliformes fecales



Interpretación: los datos muestran los distintos valores para coliformes totales en los diferentes lugares de muestra, en todos ellos excede los LMP de la normatividad.

Interpretación de las Hipótesis propuestas

- **Evaluación de coliformes totales:** De acuerdo al resumen de los datos obtenidos en la tabla N° 13 se demuestra: para coliformes totales en muestras de agua lo siguiente:

$$t (12.5) > t (2.06) \text{ entonces se acepta } H_1$$

H₁: El valor de los Indicadores bacteriológicos (coliformes totales) de acuerdo a la Normatividad para el agua potable en el Distrito de Yanacancha es menor a los datos obtenidos como promedio para los Indicadores bacteriológicos en el análisis biológico y por lo tanto si genera daño en la salud del poblador

- **Evaluación de coliformes fecales:** De acuerdo al resumen de los datos obtenidos en la tabla N° 13 se demuestra: para coliformes fecales en muestras de agua lo siguiente:

$$t (8.9) > t (2.06) \text{ entonces se acepta } H_1$$

H₁: El valor de los Indicadores bacteriológicos (coliformes fecales) de acuerdo a la Normatividad para el agua potable en el Distrito de Yanacancha es menor a los datos obtenidos como promedio para los Indicadores bacteriológicos en el análisis biológico y por lo tanto si genera daño en la salud del poblador

CONCLUSIONES

1. En los cuadros realizados luego del análisis de los indicadores bacteriológicos podemos encontrar entre 7,6 y 23 coliformes totales por UFC/100 ml
2. De la misma forma los cuadros demuestran luego del análisis de los indicadores bacteriológicos fecales entre 4 y 19 UFC/100 ml
3. Los cuadros nos indican que los indicadores de calidad de los indicadores bacteriológicos del agua que consumió la población de San Juan Pampa entre el mes de abril y octubre, para coliformes totales 23 UFC/100 ml y 19 UFC/100 ml para coliformes totales
4. El dato indicado en el cuadro nos demuestra que la población de Yanacancha se encuentra en riesgo de contraer enfermedades gastrointestinales por consumo de agua que abastece EMAPA – PASCO
5. Los niños y adultos mayores, dependiendo del estado nutricional podrían contraer enfermedades gastrointestinales con resultados muy graves

RECOMENDACIONES

1. La DIRESA debe controlar la calidad de agua que consume nuestra población
2. Antes de consumir el agua deben hervir por lo menos 10 minutos para reducir los riesgos en la salud de niños y adultos mayores
3. EMAPA, entrega agua sin el control de calidad, poniendo en riesgo la salud de los consumidores
4. Las Instituciones encargadas de controlar la calidad de servicio del consumidor deben supervisar los indicadores a fin de menguar los posibles daños a la población

BIBLIOGRAFIA

- Abert Lenninger. "Curso Breve de Bioquímica" ediciones Omega. Barcelona pág. 17
- APHA, (., AWWA, (., & WPCF, (. (1995). Métodos Normalizados para el. Madrid.: Díaz de Santos, S.A.
- Calidad del Agua. Determinación del Número Más Probable (NMP) de Coliformes Totales, Coliformes Fecales (Termo tolerantes) y Escherichia coli Norma Mexicana de Análisis NMX-AA-10-1987. Calidad del Agua. Detección y Enumeración de Organismos Colifirmes, Termotolerantes y Escherichia coli pres 11. ntiva. Método de Filtración en Membrana.
- Gaceta Ecológica. Enero 1990. Criterios Ecológicos de la Calidad del Agua. CE – CCA – 001 / 89.
- Goez López, M; Vázquez García, M. J.; Pena Caamaño, P. (1996). Determinación y Diferenciación de Escherichia coli y Coliformes Totales usando un mismo sustrato cromogénico. Laboratorio Central. Aquagest Galcia. Rua Isidro Parga Pondal 7 E-15702 Santiago de Compostela España.
- González, G. (2012). Microbiología del Agua conceptos y aplicaciones (primera ed.). Colombia.: Escuela Colombiana de Ingenieria, Jario Garavito.
- Guías para la calidad del agua potable (1987). Criterios relativos a la salud y otra información base. Vol 2. Organización Panamericana de la Salud. Washington, DC. INEGI. (2005) Anuario estadístico del Estado de México.
- Gustavo Rivas Mijares. "Abastecimiento de Agua y Alcantarillados" Segunda edición. Editorial Vegas – Caracas. Pág. 301
- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). INEGI Norma Mexicana de Análisis. NMX-AA-042-1987.

Norma Oficial Mexicana. NOM – 041 – SSA1 – 1994. Bienes y Servicios. Agua Purificada Envasada. Especificaciones Sanitarias.

Norma Oficial Mexicana. NOM-127-SSA1-1994. Salud Ambiental. Agua para Uso y Consumo Humano. Límites permisibles de Calidad y Tratamientos a que debe Someterse el Agua para su potabilización.

Norma Venezolana COVENIN N° 2138 – 84. Agua Potable Determinación de Cloruros.

Norma Venezolana COVENIN N° 2188 – 84. Agua Potable. Determinación de Alcalinidad.

Norma Venezolana COVENIN N° 2342 – 86. Agua Potable. Determinación del Residuo Filtrable Total Secado a 180 °C (sólidos disueltos).

Norma Venezolana COVENIN N° 2408 – 86. agua. Determinación de Dureza Total y Calcio. Método Volumétrico. Determinación de Magnesio por Cálculo.

Norma Venezolana COVENIN. N° 2187 – 84. Agua Potable. Determinación de Acidez.

Owen R. Fennema. “Química de los Alimentos” segunda edición. Editorial Acribia. Zaragoza (España) Pág.21

Papper I.L., C.P. Yerba, J.W. Brendecke. (1995). Environmental, Washington D.C.

Sheppard T. Powell. Manual de Aguas para usos Industriales. Ediciones ciencias y técnicas. Volumen 4. 1.- Ayuntamiento constitucional de Nezahualcóyotl 1997-2000, Nezahualcóyotl, Historia de una Gran Ciudad. Ciudad Nezahualcóyotl, estado de México

Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. (1985). 15 Edition U.S.A.

WHO (1993) “Revisión of the WHO Guidelines for Drinking Water Quality” World Health Organization. Geneva

WHO. (2000). Global Data Base on Child Growth and Malnutrition: Forecast of Trends.

Document WHO/NHD/00.3. Geneva: WHO. Consultado abril de 2010.

ANEXOS



MATRIZ DE CONSISTENCIA

TITULO: Indicador bacteriológico del agua potable en el Distrito de Yanacancha - Pasco

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSION	INDICADOR	INSTRUMENTOS
<p>Problema principal ¿Cuál es el indicador bacteriológico del agua potable en el distrito de Yanacancha?</p> <p>Problemas Específicos ¿Cuál es el nivel de coliformes totales del agua de consumo humano en el distrito de Yanacancha?</p>	<p>Objetivo general Determinar cuál es indicador bacteriológico del agua potable, en el distrito de Yanacancha.</p> <p>Objetivos Específicos Identificar cuál es el nivel de coliformes totales del agua potable en el distrito de Yanacancha. Identificar cómo es el nivel de coliformes fecales del agua potable en el</p>	<p>Hipótesis alterna El indicador bacteriológico del agua potable en el distrito de Yanacancha se encuentra dentro los límites permisibles para el consumo humano.</p> <p>Hipótesis nula El indicador bacteriológico del agua potable en el distrito de Yanacancha no se encuentra dentro los límites</p>	<p>V.I.(X) El indicador bacteriológico</p>	<p>Las condiciones bacteriológicas del agua son fundamentales desde el punto de vista sanitario. La norma bacteriológica de calidad establece que el agua debe estar exenta de patógenos de origen entérico y parasitario intestinal que son los responsables de transmitir enfermedades. Los microorganismos indicadores de contaminación deben cumplir los siguientes requisitos: fáciles de aislar y crecer en el laboratorio, ser relativamente inocuos para el hombre y animales.</p>	<p>Desde el punto de vista bacteriológico, para definir la potabilidad del agua, es preciso investigar bacterias aerobias mesófilas y coliformes totales y fecales</p>	<p>El análisis cuantitativo de bacterias en una muestra de agua puede realizarse por dos metodologías diferentes: recuento directo de microorganismos cultivables por siembra sobre un cultivo agarizado. y recuento indirecto (basado en cálculos estadísticos). Esta metodología se denomina «Técnica de los Tubos Múltiples» y los resultados se expresan como número más probable (NMP) de microorganismos.</p>
				Es necesario de antemano conocer: El tipo de fuente, la	Biológico, residuos cloacales (bacterias,	Resolución suprema. 1946: Reglamento de los

<p>¿Cómo es el nivel de coliformes fecales del agua potable en el distrito de Yanacancha?</p>	<p>distrito de Yanacancha</p>	<p>permisibles para el consumo humano.</p>	<p>V.D (Y) Agua potable</p>	<p>calidad del agua de la misma, las características organolépticas, físico-químicas y microbiológicas esenciales, los estudios de tratabilidad para seleccionar los procesos de potabilización, el procedimiento de muestreo para el control de calidad, las características de producción que debe cumplir la fuente para el abastecimiento que se requiere, la protección que debe suministrarse a este recurso entre otros.</p>	<p>virus, parásitos). Residuos de destilerías de petróleo, carbón. Desechos de fábricas. Plaguicidas, fertilizantes, detergentes, metales Radiactividad,</p>	<p>requisitos de las aguas para ser consideradas potables. Decreto Ley N° 17752. Ley General de Aguas. 1969: aguas del Uso I corresponden a las aguas de abastecimiento doméstico Norma técnica nacional “Agua potable. Requisitos”. ITINTEC. 1987 Ley N° 26338. Ley General de Servicios de Saneamiento. Ley N° 26842. Ley General de Salud. 1997: Indica que el Ministerio de Salud es la autoridad sanitaria nacional</p>
---	-------------------------------	--	--	---	--	--



Foto N° 01, en el laboratorio analizando coliformes



Foto N° 02, en el laboratorio preparando el cultivo



Foto N° 03, en el laboratorio separando cultivos



Foto N° 04, en el laboratorio haciendo réplicas de cultivos



Foto N° 05, en el laboratorio observando los coliformes

DATOS ESTÁNDARES PARA LA EVALUACIÓN DEL AGUA

1. NORMAS A CONSULTAR

ITINTEC 214.003 AGUA POTABLE. REQUISITOS

2. OBJETO

2.1 La presente Norma establece el método para el muestreo del agua potable

3. DEFINICIONES

3.1 Muestra. - es el volumen mínimo representativo de un cuerpo de agua que permite obtener información sobre su calidad.

4. CONDICIONES GENERALES

4.1 La toma de muestras será realizada por personal debidamente capacitado en condiciones higiénico sanitarias y el personal no deberá contener ninguna enfermedad infecciosa.

4.2 Las muestras tomadas deberán ser representativas del agua que se desea estudiar.

4.3 Es recomendable que al llenar los frascos de muestra se deje un volumen libre de aproximadamente 1/3 de su capacidad para facilitar la homogenización previa al análisis de laboratorio.

4.4 Toma de muestras para análisis microbiológicos.

4.4.1 Las muestras para análisis microbiológicos deberán extraerse antes que las muestras destinadas para análisis físico químicos.

4.4.2 Cuando la muestra a tomar sea de grifo se quitarán los accesorios externos, como las boquillas contra las salpicaduras, tubos de goma, etc. y de ser posible se flameará el grifo para luego dejar correr el agua durante 5 minutos como mínimo.

4.4.3 Cuando se trate de un depósito, de una fuente, de un pozo poco profundo, de un curso de un lago, se quitarán la envoltura de un papel y el tapón de la botella y se sumergirá sosteniéndola de su fondo y con el cuello hacia arriba unos 30 cms; siendo girada en forma vertical con la boca contra la corriente y si no hay corriente se le desplazará en forma horizontal para finalmente ser retirada y tapada.

4.4.4 Cuando se tome una muestra de un pozo profundo provisto de bomba de mano, la bomba podrá ser flameada para luego hacerla funcionar por espacio de 5 min antes de la toma de la muestra.

4.4.5 Cuando se tome la muestra de un pozo desprovisto de bomba se utilizará un recipiente de un material estéril el cual será descendido hasta un nivel adecuado para extraer la muestra y proceder con las recomendaciones, antes de llenar las botellas respectivas.

4.4.6 Se deberá utilizar frascos de vidrio esterilizados de boca ancha y provista preferentemente de tapones esmerilados y con una cubierta de papel kraft, amarrados con una pita de cáñamo. Los frascos estériles no deberán permanecer más de 30 días almacenados a fin de evitar posible contaminación durante el almacenamiento.

4.4.7 Las aguas que contienen cloro-residual, se recolectarán en frascos con tiosulfato de sodio para decolorarlas. El tiosulfato deberá añadirse a los frascos limpios antes de

ser esterilizados en cantidad suficiente para proveer una cobertura aproximada de 100 ml de muestra. Esto se obtiene añadiendo 0,1 ml de una solución de tiosulfato al 10% a un frasco para 100 ml de muestra.

- 4.4.8 El frasco utilizado deberá mantenerse cerrado y se procederá a los análisis correspondientes dentro de las 6 horas siguientes o en su defecto, cuando la muestra sea tomada en lugares alejados al laboratorio estas deberán remitirse en una caja con hielo seco y el tiempo transcurrido entre el muestreo y los análisis no deberán exceder las 30 horas.
- 4.4.9 El volumen mínimo de la muestra para análisis de rutina deberá ser de por lo menos 100 ml y en estudios especiales que involucren a indicadores bacterianos, el volumen total de la muestra no deberá ser menor a 500 ml.
- 4.5 Toma de muestras para los análisis físicos y químicos.
- 4.5.1 Se deberá retirar una muestra de 2 litros como mínimo.
- 4.5.2 Se utilizará envases químicamente limpios, de vidrio, polietileno; de buena calidad, no metálicos, herméticos, el envase estará provisto de un tapón y antes de llenarlo se enjuagará por lo menos tres veces con el agua que vaya a analizarse.
- 4.5.3 Se lavarán los envases con detergentes neutros y se enjuagarán varias veces con agua. Posteriormente con una solución de ácido nítrico (1+5) y se volverá a enjuagar con agua corriente, finalmente con agua destilada.
- 4.5.4 No será necesario esterilizar los grifos ni las salidas de la bomba, al menos que al mismo tiempo se estén tomando muestras para los análisis microbiológicos.
- 4.5.5 Las muestras se enviarán lo antes posible al laboratorio.

5. EXTRACCIÓN DE MUESTRAS Y RECEPCIÓN

5.1 Análisis microbiológicos

- 5.1.1 Análisis bacteriológicos, el número de muestras que se deberán tomar y los intervalos máximos entre dos tomas sucesivas se estipulan en la tabla 1.

Población abastecida	Intervalo máximo entre tomas sucesivas	Número mínimo de muestras que deben tomarse en toda la red de distribución
Menos de 20000 hab.	1 mes	1 muestra por cada 5000 hab por mes.
20001 a 50000 hab.	2 semanas	
50001 a 100000 hab.	4 días	
Más de 100000 hab.	1 día	1 muestra por cada 10000 hab por mes

- 5.2 Análisis físico-químico. - se deberán realizar por lo menos una vez al año y completos.

5.2.1 Los análisis químicos ordinarios se harán una vez al mes.

5.2.2 Los análisis para detectar sustancias tóxicas se deberán realizar como mínimo una vez al año.

- 5.2.3 En caso de que se presuma la existencia de focos contaminantes próximos a las fuentes de abastecimiento o al sistema, se recomienda realizar dichos análisis con la frecuencia que permita un control exhaustivo de la calidad del agua.

NOTA: se entiende como análisis físico-químicos ordinarios a los siguientes: turbiedad, pH, alcalinidad total, dureza total, color, olor y sabor, temperatura, materia orgánica, nitritos, hierro, cloruros, sulfatos.

5.3 Criterio de aceptabilidad

Ninguna de las muestras analizadas podrá sobrepasar los valores límites establecidos en la Norma ITINTEC 214.003.

6. ENVASE Y ROTULADO

6.1 Las unidades muestreadas deberán ser convenientemente rotuladas y lacradas.

6.2 La etiqueta que se adhiera a los envases deberán indicar lo siguiente:

- 6.2.1 Tipo de análisis
- 6.2.2 Procedencia
- 6.2.3 Muestreado por
- 6.2.4 Fecha y hora de muestreo
- 6.2.5 Punto de muestreo
- 6.2.6 Volumen enviado
- 6.2.7 Temperatura del agua
- 6.2.8 Firma
- 6.2.9 Fecha del envío

7.- ANTECEDENTES

7.1 Guidelines for drinking – Water quality – vol 2 – Helth criteria and other supporting information. Pág. 12

7.2 Recomendaciones proporcionadas por los miembros del Comité especializado.

NORMAS A CONSULTAR

ITINTEC 214.005 AGUA POTABLE. Extracción de muestras

ITINTEC 214.006 AGUA POTABLE. Determinación de turbiedad

ITINTEC 214.007 AGUA POTABLE. Determinación de color (escala platino-cobalto)

ITINTEC 214.008 AGUA POTABLE. Determinación de arsénico

ITINTEC 214.009 AGUA POTABLE. Determinación del olor y el sabor

ITINTEC 214.0010 AGUA POTABLE. Determinación de manganeso

1.- OBJETO

La presente Norma establece los requisitos físicos, químicos, organolépticos y microbiológicos que debe cumplir el agua para ser considerado potable.

2.- CAMPO DE APLICACIÓN

2.1.- La presente Norma se aplica al agua proveniente de cualquier sistema que abastece el consumo humano.

APLICACIONES

- 2.2 Agua natural. - se denomina así al agua tal como se encuentra en la naturaleza.
- 2.3 Agua natural superficial. - es la que se encuentra en la superficie del terreno formando los ríos, lagos, manantial, etc.
- 2.4 Agua natural subterránea. - es la que se encuentra bajo la superficie del terreno pudiendo ser su afloramiento natural o extracción artificial.
- 2.5 Agua potable. - es aquella apta para consumo humano y que cumple con los requisitos físicos, químicos, organolépticos y microbiológicos establecidos en esta Norma.
- 2.6 Contaminación. - es la alteración de las características físicas, químicas o biológicas del agua, resultante de la incorporación deliberada o accidental en la misma o residuos que afecten los usos del agua.
- 2.7 Residuos. - son los sobrantes líquidos, sólidos, gaseosos y distintas formas de energía, provenientes de las funciones naturales o artificiales.
- 2.8 Inóculo. - es la cantidad de muestra que se agrega al medio de cultivo para un análisis microbiológico.
- 2.9 Muestra. - es la porción representativa de agua que se remite al laboratorio para su análisis.
- 2.10 Color. - es la impresión visual producida por los rayos de luz reflejados por las materias que se encuentran en solución en el agua.
- 2.10.1 Color aparente. - es la impresión visual producida por los rayos de luz reflejados por las materias en solución y suspensión en el agua.
- 2.10.2 Color verdadero. -es la impresión visual producida por los rayos de luz reflejados por los compuestos disueltos en el agua.
- 2.11 Sabor. - es la sensación gustativa que producen las materias contenidas en el agua.
- 2.11.1 Turbiedad. - propiedad óptica que tiene una sustancia transparente o translúcida de diseminar en todas las direcciones la luz que pasa a través de ella.
- 2.11.2 Residuos totales. - es el material que permanece después de evaporar el agua y secado posterior a una temperatura entre 103°C y 105°C.
- 2.11.3 ABS. - sigla de sulfonato de alquilo-benceno. Denominación química genérica del grupo funcional básico de los detergentes no biodegradables.
- 2.11.4 Grupo coliforme. - grupo de bacterias que habitan en el tracto intestinal del hombre y animales de sangre caliente. Pueden encontrarse en plantas, suelos y ambientes acuáticos, so aerobios y anaerobios facultativos, formas bacilares, no forman esporas, gram-negativos y fermentan la lactosa con producción de ácido y gas.
- 2.11.5 Coliformes fecales. - sub grupo de coliformes que habitan en el intestino del hombre y animales de sangre caliente y que fermentan la lactosa con formación de gas a las 24 horas y a 44,5°C.
- 2.11.6 Índice coliforme. - es la cantidad estimada de microorganismos del grupo coliforme presente en 100 ml de agua, sus resultados se expresan en términos del número mas probable (NMP) para el caso de la colimetría por dilución y por el número de microorganismos en el caso de la membrana filtrante.

2.11.7 Virus. - organismos submicroscópicos, parásitos intracelulares obligados que presentan en su estructura un solo ácido nucleico (ADN o ARN) para su reproducción e incluye una variedad de patógenos para el hombre.

2.2 REQUISITOS

2.3 Requisitos biológicos

Parásitos y protozoarios	Ausencia
Requisitos microbiológicos	Valor máximo admisible
Recuento total	500 UFC / ml
Coliformes totales	Ausencia
Coliformes fecales	Ausencia

UFC: unidades formadoras de colonias.

2.4 Sustancias que afectan la salud

Constituyentes orgánicos	Valor máximo admisible (mg/lit)
Arsénico (As)	0,05
Bario (Ba)	1,0
Cadmio (Cd)	0,005
Cromo total (Cr)	0,05
Cianuro (CN)	0,1
Plomo (Pb)	0,05
Mercurio (Hg)	0,001
Nitrato (NO ₃ ⁻)	45
Selenio (Se)	0,01

2.5 Constituyentes orgánicos

	Valor máximo admisible
Compuestos extracelulares al carbón – cloroformo	0,1
Sustancias activas al azul de metileno	No debe producir espuma ni problemas de sabor y olor.
Fenoles	0,1

2.6 Compuestos que afectan la calidad estética y organoléptica

Compuesto	Valor máximo recomendable	Valor máximo admisible
Agua tratada (filtración)	3 NTU	5 NTU
Agua sin filtración	-----	15 NTU
Color verdadero	-----	15 UC

Olor y sabor	inofensivo a la mayoría de los consumidores	
Residuos totales mg/lit	500	1000
pH	6,5	8,5
Dureza (CaCO ₃) mg/lit	200	-----
Sulfatos (SO ₄ ⁻) mg/lit	250	400
Cloruros (Cl) mg/lit	250	600
Fluoruros (F) mg/lit	1,5	
Sodio (Na) mg/lit	100	
Aluminio (Al) mg/lit	0,2	
Cobre (Cu) mg/lit	1,0	
Hierro (Fe) mg/lit	0,3	
Manganeso (Mn) mg/lit	0,1	
Calcio (Ca) mg/lit	75	-----
Magnesio (Mg) mg/lit	30	-----
Cinc (Zn) mg/lit	5	

2.7 INSPECCIÓN Y RECEPCIÓN

La extracción y recepción de muestras se hará según la Norma ITINTEC correspondiente.

2.8 MÉTODOS DE ENSAYO

Se emplearán los métodos de ensayo indicados. Normas a consultar.

2.9 ANTECEDENTES

- 2.9.1 Normas internacionales para el agua potable. Organización mundial de la salud. Ginebra 1972
- 2.9.2 Parámetros físico-químicos que influyen en la calidad y en el tratamiento del agua. Quím. María Luisa Castro de Esparza. 1985
- 2.9.3 Procedimientos simplificados para el examen de aguas. Organización panamericana de la salud. Oficina regional de la OMS. 1978
- 2.9.4 Bromatología. Montes. Argentina. 1978
- 2.9.5 Norma chilena NCH 4090 E 70
- 2.9.6 Guía para la calidad del agua potable. Organización panamericana de la salud. Oficina regional de la OMS. 1985
- 2.9.7 Standar method for examination of water and wastewater. AWWA. 15va ed. 1980
- 2.9.8 Procedimientos simplificados de análisis químicos de aguas residuales. Quím. María Luisa Castro de Esparza. Lima – Perú. 1983

2.11 APÉNDICE

- 2.12 En el curso de un año el 95% de las muestras analizadas no deberán contener ninguna bacteria coliforme en 100 ml.
- 2.13 Ocasionalmente, alguna muestra podrá contener hasta 3 bacterias coliformes por 100 ml, siempre y cuando no se trate de muestras consecutivas.
- 2.14 En el caso de encontrar alguna bacteria coliforme se efectuará de inmediato un nuevo muestreo, dentro de los 3 días siguientes.

Objetivo específico:

- Ante una muestra de agua residual y mediante la técnica de tubos múltiples del número más probable (NMP), el participante cuantificará los coliformes totales y fecales.

3.1 Fundamento teórico

Las bacterias del grupo coliformes se utilizan desde el inicio del siglo XX como indicadores de contaminación fecal. Fueron definidas siempre como bastoncillos gram negativos, no formadoras de esporas, que pueden crecer en presencia de sales biliares o de otros agentes tenso activos y que fermentan la lactosa a 37°C, con producción de ácido (ácidos orgánicos y aldehídos) y gas en 24 horas.

En las heces, están en la concentración de 10^8 - 10^{10} microorganismos por gramo. Tradicionalmente los coliformes son clasificados en un grupo denominado coliformes totales y dentro de este existe un subgrupo conocido como Coliformes Fecales.

Los coliformes totales son clasificados como bacilos gram negativos aerobios y anaerobios facultativos no esporulados que fermentan la lactosa con producción de ácido y gas después de incubación durante 24-48 horas a 35°C. Incluye los géneros *Citrobacter spp.*, *Klebsiella spp.*, *Enterobacter spp.*, en este último se encuentra la *E. coli*, exclusiva de heces animales homeotérmicos.

Los coliformes fecales constituyen un subgrupo de los coliformes totales, y se diferencian de los anteriores por ser tolerantes a temperaturas más altas, creciendo a 44.5°C, (APHA, 1995). Se denominan termotolerantes por su habilidad de soportar temperaturas más elevadas.

3.2 Fundamento técnico

A través de diluciones sucesivas de la muestra, se busca obtener inóculos de al menos una célula que presente crecimiento en el medio de cultivo, presentando en prueba presuntiva una fermentación de la lactosa y en prueba confirmativa, fermentación de lactosa y producción de gas.

La cantidad de tubos positivos y negativos permite obtener una estimación de la densidad de bacterias obtenidas a través de la aplicación de cálculos de probabilidad.

3.3 Equipo

- Incubadora a $35\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- Termobano a $44.5\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0.2\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- Mechero de Bunsen.
- Agitador de tubos automático

3.4 Reactivos

- Caldo lactosado con púrpura de bromocresol
- Caldo Lactosado con verde brillante y bilis al 2 %.
- Medio EC
- Agua de dilución
- Solución de hipoclorito de sodio 2000 ppm / etanol 70% (germicida)

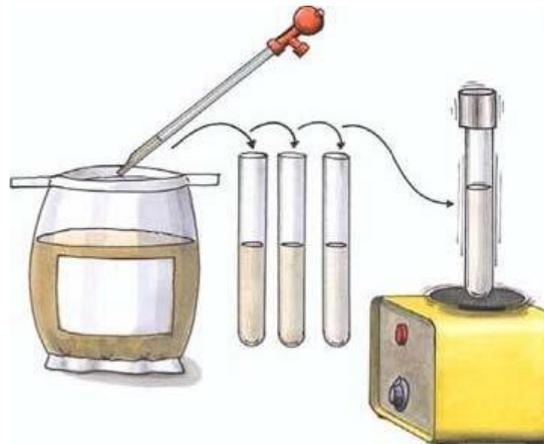
3.5 Material

- Pipetas serológicas de 10 mL
- Pipetas serológicas de 5 mL
- Pipetas serológicas de 1 mL
- Tubos de cultivo
- Tubos de dilución
- Campanas de Durham
- Tapas metálicas
- Gradillas
- Asas de inoculación
- Bata
- Guantes de latex
- Cubrebocas

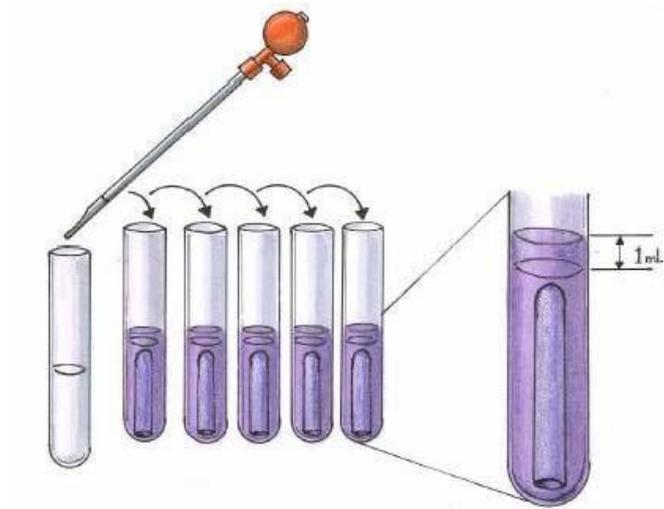
Nota: Todo el material que tenga contacto con las muestras debe ser esterilizado mediante autoclave a $121\text{ }^{\circ}\text{C}$ y 15 lb de presión durante 15 minutos.

3.6 Procedimiento

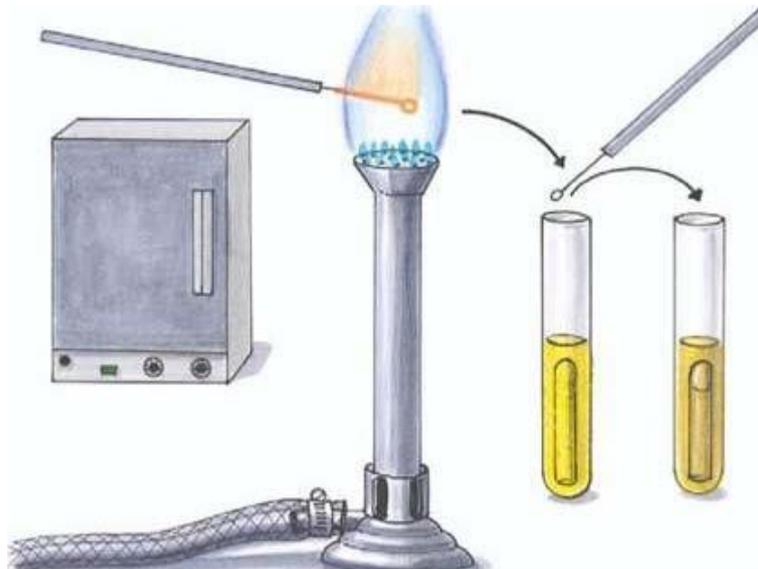
- a) Leer el procedimiento de la técnica: Determinación de coliformes totales y fecales por la técnica del número más probable (NMP), CAMB6-03.
- b) Preparación de la solución de agua de dilución y de los diferentes medios de cultivo: El responsable del área se encargará de preparar las soluciones conforme al procedimiento CAMB6-03.
- c) Para la realización de esta práctica se analizarán las muestras tomadas en la práctica de muestreo.
- d) Análisis de la muestra.
- e) Solicitar al instructor el equipo de seguridad necesario para la realización de esta práctica.
- f) Al realizar el análisis la muestra debe estar a temperatura ambiente.
- g) Desinfectar el área de trabajo con el germicida.
- h) Realizar las diluciones tomando en cuenta lo establecido en el procedimiento CAMB6-03, agitando bien la muestra antes.



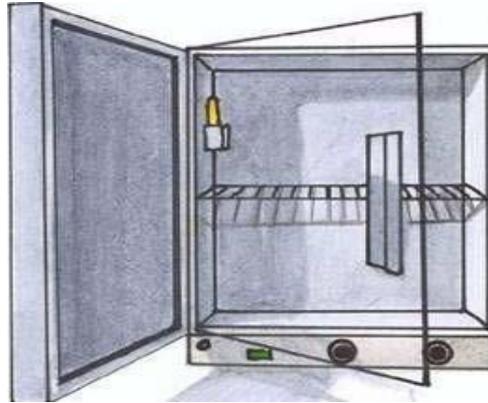
- i) Hacer la siembra en los tubos conteniendo el medio de cultivo Caldo Lactosado con Purpurea de Bromocresol (CLPB) de concentración simple o doble.



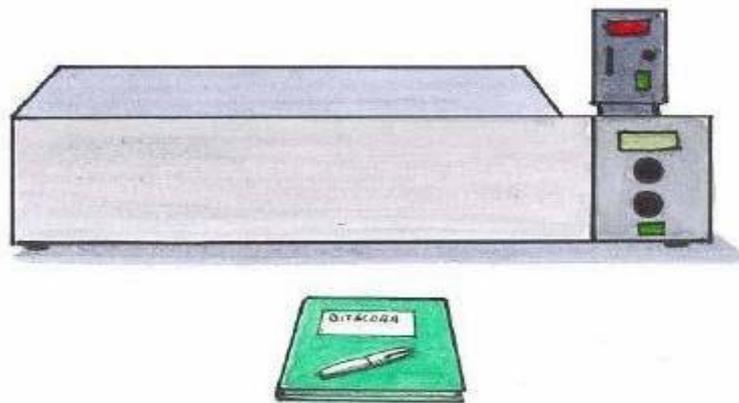
- j) Incubar durante 48 horas a $35 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ y anotar en la bitácora de la incubadora.
- k) Cuantificar los tubos positivos (color amarillo y/o producción de gas en la campana Durham). Anotar en los formatos de la prueba presuntiva.
- l) Resembrar los tubos positivos:



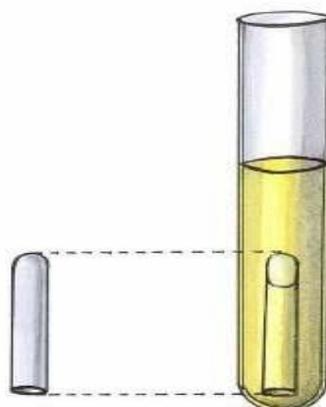
- m) En tubos de Caldo Lactosado Verde Bilis Brillante al 2% (CLVBB) para análisis de los coliformes totales, e incubar 48h a $35 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ (incubadora).



- n) En tubos de medio EC para análisis de los coliformes fecales, e incubar 24h a $44.5 \pm 0.2^{\circ}\text{C}$ (termobañõ).



- o) Anotar en las bitácoras de equipos correspondientes.
p) Cuantificar los tubos positivos y anotar en los formatos de la prueba confirmativa.



- q) Hacer los cálculos de acuerdo con el procedimiento CAMB6-03.

Bibliografía

Biagi F. Enfermedades parasitarias, Segunda edición, 1976.

Cifuentes E., Gómez M., Téllez MM., Romieu I., Ruiz-Velazco S. Factores de riesgo de infección por *Giardia intestinalis* en pueblos agrícolas que practican la irrigación con aguas residuales en México. Instituto Nacional de Salud Pública.

Faust C. Sawitz., Odem V. And Peres C. 1993 “Comparative Efficiency of various Techniques for the Diagnosis of Protozoa and Helminths in Faeces”. *Journal Parasitology*.

Instituto Nacional de Referencia Epidemiológicos (INDRE), 1994. Manual de técnicas de laboratorio, Volumen II. Identificación de especies parasitarias, Sección IV.

Irene de Haro Arteaga, Paz María Salazar Schettino, Margarita Cabrera Bravo. Diagnóstico Morfológico de las Parasitosis, Segunda edición 1995.

Jiménez B., Chávez A., Barrios J. A., Maya C., Salgado V., Manual del curso determinación y cuantificación de huevos de helminto.

Norma Mexicana. Análisis de Agua – Determinación de Huevos de Helminto – Método de Prueba. NMX – AA – 113 SCFI – 1999.

Norma Oficial Mexicana NMX- AA- 113-SCFI-1999

Tay G. Velazco O., Aguilera R., Gutiérrez M. Parasitología Médica, quinta edición.

Soberón y Parra G., Peláez D., Parasitología Médica y Patología Tropical. 1980.