

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS Y FARMACIA
PROGRAMA DE EXPERIENCIAS DOCENTES CON LA COMUNIDAD –EDC-
SUBPROGRAMA DE EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO –EPS-

INFORME FINAL DE EJERCICIO
PROFESIONAL SUPERVISADO –EPS-
REALIZADO EN
LABORATORIO NACIONAL DE SALUD
BÁRCENAS, VILLA NUEVA

DURANTE EL PERÍODO COMPRENDIDO

Del 4 de enero al 9 de julio 2010



PRESENTADO POR
NELLY CARMINA CRUZ PALENCIA
2004-18916

ESTUDIANTE DE
QUIMICA BIOLÓGICA

SERIE DE INFORMES DE EPS

REF.EPS. QB.LNS1/2010

GUATEMALA, 13 AGOSTO-2010

**INFORME FINAL DE EJERCICIO
PROFESIONAL SUPERVISADO –EPS–
REALIZADO EN
ÁREA DE PRODUCCIÓN DE MEDIOS DE CULTIVO Y ÁREA DE
MICROBIOLOGÍA DE ALIMENTOS
LABORATORIO NACIONAL DE SALUD
BÁRCENAS, VILLA NUEVA**

**DURANTE EL PERÍODO COMPRENDIDO
DEL 4 DE ENERO AL 9 DE JULIO 2010**

**PRESENTADO POR
NELLY CARMINA CRUZ PALENCIA**

**ESTUDIANTE DE
QUÍMICA BIOLÓGICA**

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN	1
II. DIAGNOSTICO SITUACIONAL	
1. Datos generales	3
1.1 Nombre de la Institución	3
1.2 Reseña Histórica y Objetivos	3
1.3 Ubicación Geográfica	4
1.4 Estructura Organizacional	4
2. Sector Comunidad	5
2.1 Demanda de servicios	5
2.2 Recursos Humanos	6
3. Sector Institución	6
3.1 Áreas de Trabajo y Espacio Físico	6
3.2 Acceso, Ventilación e iluminación	8
4. Determinación de procedimientos, pruebas y Metodologías de análisis	9
4.1 Producción de medios de cultivo	9
4.2 Microbiología de Alimentos	9
III. SERVICIO	
a. Introducción	11
b. Objetivos	12
c. Actividades	13
d. Resultados	15
e. Discusión de resultados	19
f. Conclusiones	21
g. Recomendaciones	22
IV. DOCENCIA	
a. Introducción	23

b. Objetivos	24
c. Actividades realizadas	25
d. Contenido de Docencia	28
1. Proceso de lavado y esterilizado de material en Área de Análisis Microbiológicos	28
2. Standard ISO 11133, Microbiología de Alimentos y Materia para Alimentación Animal- Guías en la preparación y producción de medios de cultivo	30
3. Procedimiento de pesado de muestras de alimentos; Área de Microbiología de Alimentos	31
4. Bioseguridad en el Laboratorio	34
5. Correcto lavado de manos y su relación con las Enfermedades diarreicas	37
e. Resultados y Discusión de Resultados	40
f. Conclusiones	41
g. Recomendaciones	42
V. INVESTIGACIÓN	
a. Introducción	43
b. Antecedentes	44
c. Justificación	56
d. Objetivos	57
e. Hipótesis	57
f. Materiales y Métodos	58
g. Resultados	60
h. Discusión de resultados	62
i. Conclusiones	66
j. Recomendaciones	67
k. Referencias bibliográficas	69
VI. ANEXOS	71

I. INTRODUCCIÓN

El Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) de la carrera de Química Biológica de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia tiene como objetivo desarrollar los conocimientos, habilidades, destrezas y actitudes de los estudiantes, en los campos administrativos, técnico-científico y humanístico; aplicando asesorías, investigación y docencia para contribuir a elevar el nivel técnico y profesional de los Laboratorios Clínicos e Industriales, Bancos de sangre y Laboratorios de Control de Calidad de los diferentes sitios geográficos del país. Así mismo permite la interrelación del estudiante con otras carreras profesionales afines, el cual le permite contribuir a mejorar las condiciones de salud y los criterios diagnósticos aplicados a la salud de la población guatemalteca, conforme a sus necesidades terapéuticas y sociales.

El Laboratorio Nacional de Salud es un marco de la Dirección General de Regulación, Vigilancia y Control de la Salud, del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social; el cual tiene como finalidad básica efectuar los análisis fisicoquímicos y microbiológicos necesarios para la evaluación de la conformidad requeridas para el registro sanitario de referencia de alimentos y medicamentos de uso humano, así como servir de apoyo en la inspección sanitaria de los mismos. Es el Laboratorio Nacional de referencia para los servicios de la red nacional de laboratorios del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social y para los Ministerios de Agricultura Ganadería y Alimentación, así como para el diagnóstico de enfermedades humanas, animales y vegetales.

En el Laboratorio Nacional de Salud, se destaca la Unidad de Alimentos lugar donde se realizó la práctica, específicamente en el Área de Producción de Medios de Cultivo y Área de Microbiología de Alimentos, las cuales son responsables de desarrollar los procedimientos analíticos para determinar la esterilidad y funcionalidad de medios de cultivo y para determinar si un alimento incluyendo

agua, cumple con las normas reglamentaria específicas, asegurando la calidad e inocuidad de los mismos.

Durante la práctica se verificó y resaltó la aplicación y el cumplimiento de las Normas de Bioseguridad en el Laboratorio con el objetivo de efectuarlos en cada una de las actividades que se realizan en el laboratorio; se contribuyó al aseguramiento de la calidad del trabajo diario de laboratorio a través de la realización del control de calidad de los medios de cultivo y la calidad de los análisis de alimentos y aguas, efectuando los análisis programados a desarrollarse en ambas áreas.

Así mismo se contribuyó a la determinación de la calidad microbiológica del ambiente de trabajo en ambas áreas con el objetivo de asegurarse que no exista contaminación microbiológica que interfiera en las actividades a llevar a cabo en el área.

Se impartieron conferencias con el objetivo de contribuir a la capacitación del personal para adquirir conocimientos relacionados a temas referentes a las Normas de Bioseguridad en el laboratorio, Procedimientos de pesado de muestras de alimentos; así mismo se impartió conferencias de aprendizaje sobre temas relacionados a control de calidad de la elaboración de medios de cultivo para Implementar la norma ISO 11133 en Laboratorios de Microbiología y se asistió a una invitación para implementar el correcto lavado de manos y a mejorar la higiene como prevención de enfermedades.

Se realizó una investigación, para evaluar la calidad microbiológica del agua potable que ingresa al Área de Microbiología, para determinar el manejo del agua potable que es distribuida en los distintos puntos de la nación; se analizaron los criterios microbiológicos, Coliformes totales y *Escherichia coli*, para tener una idea de cómo es la calidad del agua en general y cuáles Municipalidades brindan una mejor calidad del agua o bien identificar los departamentos que velan por mantener la calidad del agua potable

II. DIAGNÓSTICO SITUACIONAL

1. Datos Generales

1.1 Nombre de la Institución

Área de Producción de Medios de Cultivo y Área de Microbiología de Alimentos, División de la Unidad de Alimentos, Laboratorio Nacional de Salud.

1.2 Reseña Histórica y Objetivos

El Laboratorio Nacional de Salud es un departamento de la Dirección General de Regulación Vigilancia y Control de la Salud de Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social de la República de Guatemala. Creado según Acuerdo Gubernativo 115-99 y Acuerdo Ministerial SPM-1,200-99, para el establecimiento de funciones y organización. Se encuentra acreditado bajo la Norma COGUANOR NTG/ISO/IEC 17025 por la Oficina Guatemalteca de Acreditación OGA, con número de resolución OGA-LE-011-06.

Las funciones básicas son el análisis fisicoquímico y microbiológico necesario para la evaluación de la conformidad requerida para el registro sanitario de referencia de alimentos, medicamentos y productos afines, así como servir de apoyo en los programas de control de los mismos. Es el laboratorio de referencia nacional en las áreas de diagnóstico de enfermedades infecciosas en humanos, zoonosis, fitosanitarias, y sanidad animal. También realiza análisis particulares y apoyo a otros Ministerios.

El objetivo principal es asegurar la calidad y la competitividad nacional e internacional de los servicios prestados, la protección de las personas, seguridad agropecuaria y el medio ambiente a través de una plantación, coordinación, sistematización y evaluación de sus actividades.

El Área de Producción de medios de cultivo tiene como objetivo principal la preparación, distribución de medios de cultivo necesarios para la realización de los análisis microbiológicos de alimentos, medicamentos, cosméticos y muestras de diagnóstico humano, animal y vegetal en el Laboratorio Nacional de Salud, realizando en el servicio que brinda un estricto control de calidad en cada uno de los procesos de la cadena de producción de los medios de cultivo.

El Área de Microbiología de Alimentos tiene como función principal la realización de análisis de alimentos y agua para dar un soporte analítico a los Programas de Registro Sanitario, Denuncias, Control de alimentos y agua del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, así como particulares, por medio de la emisión de resultados y/o observaciones respecto a las pruebas realizadas, con el objetivo de determinar patógenos microbiológico, para establecer si un alimento incluyendo agua, cumple con las normas reglamentarias específicas, asegurando la calidad e inocuidad de los mismos. Así mismo participa en Comités y Organismos externos estatales y privados de legislación, monitoreo e inocuidad alimentaria.

1.3 Ubicación Geográfica

El Área de Producción de Medios de Cultivo se encuentra ubicada en el Módulo 4 del Laboratorio Nacional de Salud.

El Área de Microbiología de Alimentos se encuentra ubicada en el Módulo 9 del Laboratorio Nacional de Salud, el cual se encuentra situado en el kilómetro 22 carretera al Pacífico, Bárcenas Villa Nueva.

1.4 Estructura Organizacional

En el marco de la Dirección General de Regulación, Vigilancia y Control de Salud, del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, el Laboratorio Nacional

de Salud tiene la categoría de Departamento y es el Laboratorio Nacional de Referencia, para los servicios de la Red Nacional de Laboratorios del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social y para los del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, así como para el diagnóstico de enfermedades humanas, animales y vegetales.

El Área de Producción de Medios y Área de Microbiología de Alimentos se sub-dividen de la Unidad de Alimentos, el cual es una de las 10 unidades que constituye el Laboratorio Nacional de Salud. La Unidad de alimentos se sub-divide en 4 áreas, las dos mencionadas anteriormente, el Área de Físicoquímico de Alimentos y el Área de Contaminantes de Ambiente y Salud. Cada una de las diferentes áreas está organizada según el organigrama de Laboratorio Nacional de Salud (ver Anexos).

2. Sector Comunidad

2.1 Demanda de servicios

El Área de Producción de medios le brinda servicios a las áreas de: Microbiología de alimentos MIA, Microbiología de medicamentos MIM, Unidad Central de Referencia para la vigilancia epidemiológica UCREVE, Diagnóstico fitosanitario DFS, Producción de medios de cultivo PMC.

El Área de Microbiología de Alimentos presta servicios a: Distritos de Salud, Centros de Salud, Áreas de Salud y Hospitales Nacionales de las diferentes ubicaciones geográficas del país; Departamento de Regulación y Control de Alimentos DRCA, Proyecto JICA del Ministerio de Ambiente y Productos Naturales (MAR), Empresas y personas particulares con el objetivo de realizar análisis de agua y alimentos particulares y Empresas para programas de Registro Sanitario.

2.2 Recursos Humanos

El Área de Producción de Medios de Cultivo cuenta con profesionales, técnico analista y técnicos operacionales, distribuidos de la siguiente manera:

- Supervisión de área: 1 persona
- Control de calidad: 1 persona
- Área de preparación de medios de cultivo: 3 personas
- Área de lavado de cristalería: 4 personas

El Área de Microbiología de Alimentos cuenta con profesionales, técnico analista y digitadores, distribuidos de la siguiente manera:

- Supervisor de área: 1 persona
- Suplente del supervisor: 1 persona
- Control de calidad: 1 persona
- Encargado del área técnica: 1 persona
- Analistas: 4 personas
- Digitadores: 2 personas
- Mantenimiento (limpieza): 1 persona

3. Sector Institución

3.1 Áreas de Trabajo y Espacio Físico

Las áreas de Producción de medios de cultivo PMC, se encuentran distribuidas de tal forma que minimice la contaminación bacteriana y fúngica de los medios de cultivo. Las áreas se encuentran adecuadas de la siguiente forma:

El área de lavado de cristalería; cuenta con dos áreas: el área de lavado de cristalería de microbiología de alimentos y producción de medios de cultivo y el área de lavado de cristalería de microbiología de medicamentos. Así mismo presenta un área para las autoclaves de esterilización y de-contaminación de material, hornos para esterilización del material y un área pequeña para el empapelado del material a esterilizar.

El área de preparación de medios de cultivo; cuenta con tres áreas: un área para el pesado y almacenamiento de los agares, un área para agitación, hervido y toma de pH de los medios de cultivo y reactivos, un área para la medición de volúmenes de agua.

El área de autoclaves; cuenta con un espacio pequeño en el cual únicamente presenta cuatro autoclaves para esterilización de medios de cultivo.

El cuarto de cepario; presenta un espacio pequeño el cual presenta un módulo donde se almacenan el cepario a temperatura ambiente y donde se realizan las pruebas de control de calidad del medio de cultivo ya preparado.

El área de campanas; comprende un espacio pequeño el cual comprende dos campanas de flujo para el plaqueo de medios de cultivo e incubadoras para el control de esterilidad de medios de cultivo.

La bodega de almacenamiento de medios de cultivo; es un cuarto pequeño que se mantiene cerrado en donde se almacenan los medios de cultivo y reactivos.

El área de oficina; comprende un espacio pequeño el cual consta de tres escritorios y dos computadoras en donde se realizan los registros diarios.

Cada una de las áreas está adecuada según sus necesidades, siempre y cuando cumpla con las normas de bioseguridad.

El Área de Microbiología de Alimentos MIA, dispone de espacio adecuado para que las operaciones del laboratorio se realicen con facilidad y eficiencia, tiene una distribución tal que permite la circulación del personal de acuerdo al flujo de trabajo y las facilidades para movilizar materiales y equipo.

Las áreas se encuentran adecuadas de la siguiente forma:

El área de oficina; se encuentra a la derecha de la entrada principal y allí se lleva a cabo la programación y reporte de las actividades del área.

El área de recepción; se encuentra en la entrada principal y es donde se reciben las muestras que ingresan al MIA.

El pasillo principal; es el que comunica a las diversas áreas de trabajo y en este se encuentran refrigeradores para almacenamiento de muestras de registro, vigilancia y particulares pendientes de análisis; perchero donde se colocan las batas del personal, equipo de seguridad industrial (extintor, manta contra incendios, ducha de emergencia, estación lava ojos).

Área de Incubación; en este espacio se encuentran incubadoras y baños de maría, así mismo dos cámaras para el almacenamiento de medios de cultivo.

Área de análisis I y II; es el lugar físico donde se siembran las muestras de alimentos y aguas. Estas áreas deben de encontrarse desinfectadas de tal forma que reduzca la carga de microorganismos en el ambiente que interfieran con los resultados o contaminen los medios de cultivo.

Área de Pesado I y II; en esta área se realiza el pesado y/o medido de muestras de alimentos para su posterior análisis; cuenta con mesas de cemento, balanzas semi-analíticas, mecheros y organizadores con material específico destinado para el procedimiento de pesado.

3.2 Acceso, Ventilación e iluminación

El medio ambiente de ambas áreas de trabajo asegura que no exista contaminación microbiológica que interfiera con las actividades a llevarse a cabo.

Cuenta con la iluminación y sistemas de aire acondicionado que proveen las condiciones necesarias para ejecutar los medios de cultivo y procedimientos analíticos para el buen funcionamiento del área.

El acceso hacia las áreas de los módulos es restringido permitiendo el mismo únicamente a personal del módulo.

4. Determinación de procedimientos , pruebas y metodologías de análisis

4.1 Producción de medios de cultivo

El área de producción de medios de cultivo, se dedica específicamente al lavado, esterilización y de-contaminación de cristalería y material contaminado; producción de medios de cultivo en agar solidificado, caldos, reactivos en frascos y goteros. Los agares solidificados son servidos en placas de petrí, botellas, tubos de diferentes volúmenes. Los reactivos son servidos en frascos color ámbar que no penetre la luz solar para evitar su descomposición.

Las metodologías empleadas para la preparación de los medios de cultivo son las indicadas por el fabricante; únicamente algunos medios son preparados añadiendo cada uno de los ingredientes, empleando las metodologías de los procedimientos operativos estándares establecidos por la supervisora de control de calidad.

4.2 Microbiología de Alimentos

El área de Microbiología de alimentos se dedica específicamente al análisis microbiológico de alimentos (preparados y no preparados), bebidas de consumo humano, aguas (potable y embotellada), aguas residuales. El análisis microbiológico se realiza para Control, Vigilancia, análisis Particulares y de Registro Sanitario.

Las pruebas y metodologías empleadas son las siguientes:

- Recuento de Coliformes totales y *Escherichia coli* en agua por la técnica de sustrato definido AOAC 991.15 (método COLILERT).
- Determinación de *Salmonella spp.*
- Determinación de *Vibrio cholerae*.

- Determinación de *Vibrio parahaemolyticus*.
- Determinación de *Listeria monocytogenes*.
- Recuento total de bacterias aerobias mesófilas.
- Recuento total de hongos y levaduras.
- Recuento de Coliformes totales.
- Recuento de Coliformes fecales.
- Determinación de *Escherichia coli* por método de lámina rehidratable Petrifilm.
- Determinación de *Escherichia coli* O157:H7.
- Determinación de *Shigella*.
- Determinación de *Bacillus cereus*.
- Determinación de *Staphylococcus aureus* por método de lámina rehidratable Petrifilm.
- Determinación de Coliformes fecales en aguas residuales.
- Recuento de Coliformes totales y *Escherichia coli* por plaqueo con VRB + MUG.
- Recuento de Coliformes totales y *Escherichia coli* por Numero más Probable

III. SERVICIO

a. INTRODUCCIÓN

El Área de Producción de Medios es el encargado de la preparación, distribución de medios de cultivo necesarios para la realización de los análisis microbiológicos de las diferentes áreas del Laboratorio Nacional de Salud; los medios de cultivo preparados deben de cumplir y elaborarse según las especificaciones de la norma ISO 11133, por lo que es de vital relevancia el control de calidad que se realiza cuando ya se encuentran preparados para verificar su esterilidad y funcionalidad. Las actividades en las que participa el EPS en el área es la elaboración de medios de cultivo, control de equipos y control de calidad de medios de cultivo ya preparados, específicamente.

El Área de Microbiología de Alimentos es encargada de la realización de los análisis microbiológicos para la determinación de patógenos microbiológicos, para establecer si un alimento incluyendo agua, cumple con las normas reglamentarias específicas, asegurando la calidad e inocuidad de los mismos.

Las actividades en la que participa el EPS es la realización de análisis de alimentos y aguas, pesado y/o medido de muestras a analizar, control microbiológico de ambiente de equipo y áreas de trabajo y algunas otras actividades que competen al área.

b. OBJETIVOS

Generales

- Verificar y resaltar el cumplimiento de las Buenas Prácticas de Laboratorio.
- Confirmar la aplicación de las Normas de Bioseguridad en el laboratorio.
- Asegurar la calidad del trabajo diario del laboratorio.

Específicos

- Vigilar el uso de documentos y bitácoras del trabajo del laboratorio.
- Apoyar la aplicación de las Normas de Bioseguridad en las actividades del laboratorio.
- Contribuir al Control de Calidad diario de los medios de cultivo realizados.
- Detectar y corregir errores en la ejecución técnica de elaboración de medios de cultivo.
- Garantizar la calidad de los análisis de alimentos y aguas.
- Efectuar los análisis programados de aguas y alimentos que ingresan al área de Microbiología de Alimentos.
- Determinar la calidad microbiológica del ambiente de trabajo del área Producción de medios y el área de Microbiología de alimentos.
- Detectar y corregir errores en la ejecución de los análisis en el Área de Microbiología de Alimentos.
- Colaborar con la planificación y ejecución de la jornada Multidisciplinaria de Hematología, Coprología, Urología y Bioquímica en el laboratorio del Hospital de la Familia Nuevo Progreso, San Marcos.

c. ACTIVIDADES

- Supervisión de la aplicación de las normas de bioseguridad en las actividades cotidianas.
- Inferir sobre la importancia de las normas de Bioseguridad rutinarias y así mismo en actividades donde se exponga a riesgos biológicos (bacterias) y químicos (reactivos y soluciones).
- Promover la aplicación de las normas de bioseguridad por parte del personal en el momento de realizar los medios de cultivo.
- Control de procedimientos para el lavado de cristalería de Área de Microbiología de Alimentos, Área de producción de medios y Área de Microbiología de Medicamentos.
- Control de funcionamiento de las autoclaves empleando controles físicos, químico y biológico.
- Elaboración de medios de cultivo solidificados en placas de petrí, botellas, tubos de diferentes volúmenes, caldos, reactivos y soluciones para las diversas áreas del Laboratorio Nacional de Salud.
- Control de calidad de equipos (Calibración de potenciómetros Orion 3star y Orion Research).
- Control de pH de lotes de agua desmineralizada.
- Control de calidad de medios de cultivo ya preparados; para verificar su esterilidad y funcionalidad. Control de pH, Control de volumen y espesor, Control de esterilidad, Control microbiológico.
- Control de esterilidad de solución salina, buffers y soluciones similares.
- Inspección de la correcta utilización de las bitácoras y documentos que competen al área de producción de medios.
- Notificación al personal los resultados anómalos obtenidos a través del control de calidad, con sus respectivas observaciones.
- Control microbiológico semanal de ambientes de áreas de trabajo del Área de Producción de medios de cultivo.

- Participación en la Jornada Multidisciplinaria de Hematología, Coprología, Urología y Bioquímica en el laboratorio del Hospital de la Familia Nuevo Progreso, San Marcos.
- Control microbiológico de ambientes de equipos y áreas de análisis de Microbiología de Alimentos.
- Verificación de la correcta identificación de las muestras a analizar y separarlas según su procedencia como corresponde.
- Pesado de muestras sólidas y medición de muestras líquidas.
- Realización según indican los procedimientos operativos estándares, la metodología de análisis para alimentos y agua para garantizar el correcto análisis solicitado.
- Ejecución de los análisis programados de aguas y alimentos los cuales se clasifican así:
 - Alimentos control
 - Alimentos de vigilancia
 - Alimentos de registro
 - Alimentos particulares
 - Agua potable control
 - Agua de registro
 - Agua particular
- Análisis de aguas residuales por método de Número más probable, para determinación de coliformes fecales, según sea el caso.
- Análisis de agua potable por metodología COLILERT y utilización de bitácoras.
- Realización de análisis de *Escherichia coli*, *Salmonella*, *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes*, recuento bacteriano; en alimentos.
- Realización de análisis de esterilidad comercial de las latas de alimentos, por método de tioglicolato.
- Control de esterilidad de pipetas.
- Análisis de *Pseudomonas aeruginosa* en agua potable.

- Análisis de Recuento de Coliformes totales en alimentos.

d. RESULTADOS ¹

- **Área de Producción de Medios**

La tabla No. 1 presenta las determinaciones de pH de lotes de aguas desmineralizadas que se realizaron durante el período de Enero y Febrero; se determinaron 6 lotes de aguas desmineralizadas y se verificó su cumplimiento para ser utilizadas para la realización de los medios de cultivo.

En la tabla No.2 se presenta el control de esterilidad de reactivos y soluciones; se realizaron 5 controles en el mes de Enero y 6 controles en el mes de Febrero, en todas las soluciones no se encontró contaminación bacteriana por lo que se consideraron medios estériles.

Se contribuyó en el control de los equipos principalmente los Potenciómetros; en ambos meses Enero y Febrero se realizaron 3 calibraciones para el potenciómetro Orion 3star #2 y 3 calibraciones para el potenciómetro Orion Research #4, la calibración se realizaba de forma diaria para verificar el funcionamiento de los potenciómetros, ya que variaciones en la calibración fuera de los rangos normales, podían alterar las mediciones del pH de los medios de cultivo durante la preparación y después de preparado.

Se realizó el control de calidad de medios de cultivo ya preparados, en la tabla No.3 se muestran los criterios de evaluación (volumen o espesor, esterilidad y pH); en el Mes de Enero se realizó el control a 81 medios incluyendo medios de cultivo solidificados en cajas de petrí, botellas, tubos de diferentes volúmenes y en erlenmeyer; medios de cultivo en caldo y soluciones. En el mes de Febrero se realizó el control a 101 medios de cultivo, respectivamente. De estos medios de

¹ Las tablas y gráficas de los resultados se presentan en la sección de Anexos.

cultivo que se controlaron, fueron elaborados en el mes de Enero 10 medios y en el mes de Febrero igualmente 10 medios de cultivo.

Para verificar la existencia de contaminación microbiológica del ambiente, se controló el medio ambiente de las áreas de trabajo; la tabla No.4 muestra que se realizó el control 3 veces en ambos meses; encontrándose en los mismos dos controles aceptables (≤ 10 UFC/caja) en agar nutritivo y PDA y un control no aceptable (>10 UFC/caja).

- **Área Microbiología de Alimentos**

La tabla No.5 muestra el control microbiológico de ambientes de equipo y de áreas de trabajo; en el mes de Marzo se realizaron 3 controles, en Abril 7 controles, Mayo 2 controles, Junio 12 controles y Julio 4 controles. En los meses de Marzo y Junio se presentó mayor número de controles que no se encuentran aceptables para áreas de trabajo, al contrario de los equipos que todos los meses se comportaron aceptables, la mayor cantidad de controles no aceptables se presentaron en las mesas 4A, 4B, 5A, 5B y 6.

En la tabla No.6 aparecen las estadísticas de los análisis realizados a las muestras Control durante Marzo a Junio; los análisis mayormente realizados en orden descendente son Colilert 576, *E. coli* Petrifilm 210, *S. aureus* 87, así mismo se presenta el número de muestras que cumplen y no cumplen con la normativa respectiva, el mes con mayor muestras que cumplen y no cumplen es Junio seguido de Abril, Mayo y Marzo. La tabla No.7 presenta las muestras Control realizadas en el EPS durante Marzo y Junio, los análisis mayormente realizados fueron Colilert 293, *E. coli* Petrifilm 84, *S. aureus* 38 y *Salmonella spp.*1. Según la gráfica No.1 se demuestra las proporciones de muestras con forme a los meses, el mes de Junio presenta mayor porcentaje de muestras que cumplen y no cumplen seguidas de Abril, Mayo, Marzo.

La tabla No. 8 muestra las estadísticas de análisis de muestras de Vigilancia durante Marzo a Junio, encontrando que los análisis más realizados durante ese periodo son Recuento de Coliformes totales y *Escherichia coli* por Numero más Probable 272, *Salmonella spp.* 159, *S. aureus* Petrifilm 105, *Escherichia coli* Petrifilm 104, entre otros. El mes con mayor muestra que cumple es Junio y el mayor que no cumple es Abril, respectivamente. La tabla No.9 presenta las muestras de Vigilancia realizadas en el EPS, los análisis mayormente realizados fueron *Salmonella spp.* 6, Recuento de Coliformes totales y *Escherichia coli* por Numero más Probable 4, *Pseudomonas aeruginosa* 2, *Colilert* 2, *Escherichia coli* Petrifilm 1 y *Listeria monocytogenes* 1. Para observar de una forma más fácil la gráfica No.2 muestra las proporciones de muestras que cumplieron y no cumplieron según la normativa durante los meses de Marzo a Junio, las muestras que más cumplen se encontraron en el mes de Junio seguido de Marzo, Mayo y Abril, respectivamente.

La tabla No.10 muestra las estadísticas de análisis de muestras de Registro durante Marzo a Junio, el análisis con mayor frecuencia fue *Salmonella spp.*103, *Escherichia coli* Petrifilm 69, *S. aureus* Petrifilm 67, *Listeria monocytogenes* 65, entre otros. El mes con mayor frecuencia de muestras que cumplen y no cumplen es Mayo, seguido de Abril, Junio y Marzo. La tabla No.11 presenta las muestras de Registro realizadas en el EPS, los análisis mayormente realizados fueron *Salmonella spp.* .2, *S. aureus* Petrifilm 2, *Listeria monocytogenes* 2, *Escherichia coli* Petrifilm 1, *Pseudomonas aeruginosa* 1, Recuento total de bacterias aerobias mesófilas 1, Recuento total de bacterias anaerobias 1. La gráfica No. 3 presenta Alimentos de Registro que cumplen y no cumplen según la Normativa, especificados por mes; el mes con mayor número de muestra que cumplen fue Mayo, seguido de Abril, Junio y Marzo.

En la tabla No.12 se muestra las estadísticas de análisis de muestras Particulares durante Marzo a Junio, el análisis con mayor frecuencia fueron *Listeria monocytogenes* 39, *Salmonella spp.* 36, *Recuento total de bacterias*

aerobias mesófilas 35, Recuento de Coliformes totales y Escherichia coli por Numero más Probable 35, S. aureus Petrifilm 35, entre otros. El mayor número de muestras que cumplen se encuentran en el mes de Marzo, seguido de Abril, Mayo y Junio. Las muestras que no cumplen se encuentran muy similares en todos los meses. La tabla No. 13 presenta las muestras de Registro realizadas en el EPS, los análisis mayormente realizados fueron Colilert 1, *Listeria monocytogenes* 1, *Salmonella spp.* 1. La gráfica No. 4 muestra los alimentos Particulares que cumplen y no cumple según la Normativa, especificado por mes; y se observa en el mes de Marzo existe un mayor número de muestras que cumplen y Junio es el mes que menor número de muestras que cumplen presenta.

En la tabla No.14 se muestra las estadísticas de análisis de muestras de Aguas Residuales durante Marzo a Junio; El mes con mayor frecuencia de muestras para Recuento de Coliformes fecales es Marzo 31, Junio 30, Abril 18 y Mayo 12. El mes con mayor número de muestras que no cumplen es Junio, seguido de Marzo, Abril y Mayo. La gráfica No.5 presenta de una forma más representativa el número de muestras que cumplen y no cumplen y allí se observa que el mayor porcentaje en todos los meses, son las muestras que no cumplen según la normativa, esto se debe a que las aguas residuales generalmente están muy contaminadas por bacterias y principalmente por coliformes fecales.

Las tablas No. 7, 9, 11,13 representaron el número de muestras de Control, Vigilancia, Registro, Particulares y Aguas Residuales que se le fue programado al epesista para que realizara durante el periodo de Marzo a Junio.

e. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La labor del epesista en el área de Producción de Medios fue mayormente Control de calidad del medio de cultivo ya preparado, control de pH de agua desmineralizada y control de equipos y microbiológico de ambientes.

El control de pH del agua desmineralizada se controlaba con el propósito de evitar que el grado de acidez o alcalinidad que posea el agua pudiese afectar las propiedades del medio a preparar; si el pH del agua alcanzaba valores mayormente alcalinos, éstos se descartaban para empleo de elaboración de medios y eran utilizados en el área de lavado de cristalería.

El Control de esterilidad de reactivos y soluciones, se realizó para determinar la presencia de contaminación bacteriana en el medio, esto se realiza inoculando un tubo de 9ml en un medio con 90ml de caldo BHI, si se presenta turbidez es positivo para contaminación bacteriana a los 5 días de incubación; se realiza de esta forma ya que las soluciones por ser transparentes no es fácil ni correcto verificar si está contaminado únicamente observando la solución, por lo que al inocularlo en BHI se observa una turbidez si estuviese contaminado el reactivo o la solución.

El Control de calidad de medios de cultivo ya preparados se realizó para verificar su esterilidad y funcionalidad. Se controló el pH para verificar el grado de acidez y alcalinidad del medio y su interferencia en el crecimiento bacteriano, Control de volumen y espesor para verificar la pericia del elaborador y para verificar si cumplen con las especificaciones, el control de esterilidad se realiza para verificar si el lote sufrió alguna contaminación bacteriana o fúngica durante el proceso de elaboración. Se contribuyó a la elaboración de 20 medios de cultivo solidificados en placas de petrí, botellas, tubos de diferentes volúmenes, caldos, reactivos y soluciones.

La labor del epesista en el área de Microbiología de Alimentos, es de Analista profesional; se realizaron los análisis de alimentos y aguas según la programación establecida para cada analista, se analizaron alimentos Control, Vigilancia, Registro, Particulares, Aguas Residuales; el porcentaje de muestras mayormente realizadas fue de Aguas y alimentos Control en el mes de Junio.

Se verificó una correcta identificación de las muestras a analizar y se separaban según su procedencia; se realizó pesado y/o medido de las muestras y se realizaron los análisis a los alimentos según su contenido, el análisis con mayor frecuencia fue análisis de Coliformes fecales y *E. coli* por Colilert eso debido a que hubo un mayor porcentaje de muestras ingresadas y es el análisis con mayor número de muestras que no cumplen con la normativa, esto se debe a que son aguas que envían los Centros de Salud, Puestos de Salud y Hospitales de las diferentes regiones del país para verificar su calidad microbiológica.

Al observar la cantidad de muestras que no cumplen en consolidado, se presenta que los alimentos de Registro junto con los de Control son los más contaminados; los primeros son porque son alimentos que van a salir al mercado y están solicitando su registro sanitario y los otros porque son alimentos ya preparados en los cuales ya se aplica manipulación por la persona que lo prepara.

El control de ambientes tanto en el área de Producción de medios como en el área de Microbiología de alimentos, se realiza para asegurar que no exista contaminación microbiológica que pueda interferir con las actividades, ya que si existe una contaminación microbiológica fuera de lo estipulado, este puede contaminar los medios de cultivo y los alimentos a analizar durante el proceso de pesado, afectando la calidad de los resultados de los alimentos analizados, por lo que se puede invalidar el procedimiento de análisis.

Un posible motivo por el que se presentan varios controles no aceptables es porque no se les da mantenimiento a los filtros de aire acondicionado por lo que éstos pueden ser vehículos de contaminación, así mismo el ingreso de suministros

provenientes de bodega y el ingreso de personas ajenas al módulo afectan el control de ambientes.

Entre otras actividades realizadas en el EPS fue la Jornada Multidisciplinaria de Hematología, Coprología, Urología y Bioquímica en el Laboratorio del Hospital de la Familia Nuevo Progreso, San Marcos; en esta jornada se contribuyó con el laboratorio en la realización de los análisis de hematología completa, examen de heces, urianálisis, análisis bioquímico de creatinina, nitrógeno de urea, glucosa, ácido úrico, colesterol y triglicéridos y algunas otras pruebas (embarazo, dengue), ya que se realizaba en el Hospital una Jornada de Cirugía de ojos, cirugía plástica, entre otras; por lo que el médico solicitaba exámenes de laboratorio para verificar el funcionamiento del cuerpo para ser sometido a la cirugía y algunas consultas externas de medicina general; se obtuvo una respuesta satisfactoria ya que se lograron realizar los análisis de forma precisa y se contribuyó a realizarlos de forma rápida y con resultados confiables.

f. CONCLUSIONES

- Se determinaron 6 lotes de aguas desmineralizadas y se verificó su cumplimiento para ser utilizadas para la realización de los medios de cultivo.
- Se realizaron 5 controles de esterilidad de soluciones en el mes de Enero y 6 controles en el mes de Febrero, todas las soluciones se consideraron medios estériles.
- Se realizó el control de calidad a 81 medios ya preparados en el mes de Enero y el mes de Febrero se realizó el control a 101 medios de cultivo, respectivamente.
- Todos los medios de cultivo pasaron el control de calidad, por lo que son considerandos estériles y con funcionalidad para análisis.

- El control de ambientes fue más aceptable en equipos que en áreas de trabajo y más aceptable en Producción de medios que en Microbiología de alimentos.
- La mayoría de los alimentos analizados se encuentran en los rangos aceptables según la normativa.
- Se garantizó la calidad de los procedimientos y los análisis de aguas y alimentos a través de la realización correcta de los análisis programados.

g. RECOMENDACIONES

- Continuar con los controles de calidad en los medios de cultivo ya que contribuyen a la obtención de un producto con funcionalidad y calidad.
- Proseguir con los controles de ambientes de equipos y áreas de trabajo para identificar los momentos en los cuales el ambiente no es propio para trabajar.
- Realizar acciones correctivas apropiadas en las áreas donde el ambiente esté muy contaminado para minimizar la carga bacteriana en el ambiente.
- Continuar con la programación de los análisis en MIA por analista, ya que es una forma ordenada y más fácil para la identificación de las muestra y para saber específicamente los análisis que se realizaran.

IV. DOCENCIA

a. INTRODUCCIÓN

El trabajo de Docencia fue realizado a través de conferencias magistrales las cuales permitieron adquisición de conocimientos sobre temas que competen a actividades de laboratorio y temas relacionados a la salud personal. Se impartieron a compañeros de primer semestre de EPS de la carrera de Química Biológica del año 2010, personal del área de Microbiología de alimentos y personal magistral y alumnos de primaria, básicos y diversificado del Colegio “El Álamo”.

Las conferencias contribuyeron a instruirse sobre los procesos de lavado y esterilizado de material y cristalería que se emplea en los análisis microbiológicos, conocer los requerimientos de la norma ISO 11133 para la preparación y producción de medios de cultivo en el laboratorio, establecimiento de los pasos a realizar para el pesaje y/o medido de muestras de alimentos y adquisición de conocimientos sobre la higiene de manos como una práctica de seguridad personal y prevención de enfermedades.

b. OBJETIVOS

Que la población al que se le aplicó las actividades de Docencia, sea capaz de:

Generales

- Aprender los procesos de lavado y esterilizado de material y cristalería que se emplea en los análisis microbiológicos.
- Conocer los requerimientos de la norma ISO 11133 para la preparación y producción de medios de cultivo en el laboratorio.
- Establecer los pasos a realizar para el pesaje y/o medido de muestras de alimentos, cuya finalidad es obtener una porción homogénea y representativa de la muestra a analizar.
- Conocer la importancia de una buena higiene de manos como una práctica de seguridad personal.

Específicos

- Tratar de Implementar la norma ISO 11133 en los medios de cultivo empleados en los análisis microbiológicos que realicen durante el desarrollo de la práctica de EPS.
- Llegar a un consenso sobre el procedimiento a seguir para la realización del pesaje de muestras de alimentos en el área de microbiología de alimentos.
- Adquirir destrezas y realizar de una forma correcta el procedimiento de pesaje y/o medido de muestras de alimentos.
- Obtener conocimientos sobre las Normas de Bioseguridad Generales.
- Adquisición de conocimientos sobre las Normas de Bioseguridad Generales aplicadas al laboratorio, adicionales a las que indica el Manual de Bioseguridad del LNS.
- Orientar al personal sobre los riesgos que implica el uso indebido de las normas de bioseguridad al momento de manejar material contaminado (o con

algún riesgo biológico (bacterias y hongos) y químico (corrosivo, inflamable, tóxico, irritante, etc).

- Analizar la importancia de utilizar las medidas preventivas correctas en el Laboratorio.
- Adquirir conocimientos sobre las principales enfermedades diarreicas.
- Conocer las formas de prevención de una enfermedad diarreica.
- Aprender y practicar el correcto lavado de manos implementado por la Organización Mundial de la Salud; para realizarlo con agua y jabón y además con soluciones alcohólicas (alcohol en gel).

c. ACTIVIDADES REALIZADAS

Se realizaron clases magistrales dirigidas a:

- Compañeros de primer semestre de EPS de la carrera de Química Biológica del año 2010.
- Personal del área de Microbiología de alimentos.
- Personal magistral y alumnos de primaria, básicos y diversificado del Colegio “El Álamo”.

Temas de clases magistrales:

1. Proceso de lavado y esterilizado de material en Área de Análisis Microbiológicos

- De-contaminación y lavado de cristalería
- Esterilización
- Control de calidad
 - Indicadores químicos
 - Indicadores biológicos

2. Standard ISO 11133, Microbiología de Alimentos y Materia para Alimentación Animal- Guías en la preparación y producción de medios de cultivo

ISO 11133 Parte 1, Guías generales para el aseguramiento de calidad en la preparación de medios de cultivo en laboratorio

- Terminología,
- aseguramiento de la calidad,
- medios de cultivo,
- organismos de prueba,
- documentación,
- preparación de medios de cultivo en el laboratorio

ISO 11133 Parte 2; Guías prácticas para Pruebas de Rendimiento de Medios de Cultivo

- Criterios para control de calidad rutinario,
- Criterios para el control de calidad microbiológico
- Métodos para pruebas de rendimiento de medios de cultivo

3. Procedimiento de pesado de muestras de alimentos; Área de Microbiología de Alimentos

- Limpieza y desinfección del área de trabajo, balanza analítica y material.
- Verificación de pesos de la balanza.
- Pesado de muestras.
- Limpieza y descarte de material.

4. Curso Interactivo Bioseguridad en el laboratorio

- Prácticas estándar
- Desinfección (lavado de manos, control de derrames, esterilización y desinfectantes)
- Protección personal

5. Correcto lavado de manos y su relación con las enfermedades diarreicas.

- Concepto de Enfermedad Diarreica.
- Principales enfermedades diarreicas y características de los microorganismos implicados.
- Principales formas y vehículos para la transmisión de enfermedades diarreicas.
- Pasos para una correcta realización de un lavado de manos empleando:
 - o Agua y jabón
 - o Soluciones alcohólicas (alcohol en gel).

Otras actividades:

- Investigación “Evaluación de la Calidad Microbiológica del Agua potable que ingresa al Área de Microbiología de Alimentos de *Laboratorio Nacional de Salud.*”
- Participación a capacitaciones y conferencias impartidas en el Laboratorio Nacional de Salud en la que se destacan las siguientes:
 - “Curso de Inducción al Laboratorio Nacional de Salud”, impartido por Licda. Lylian Méndez de Reyes de la Unidad de Gestión de Calidad.
 - “Normas de Bioseguridad en el Laboratorio Nacional de Salud”, impartido por Licda. Lylian Méndez de Reyes de la Unidad de Gestión de Calidad.
 - “Seguridad en la Manipulación de Productos Químicos”, impartido por Gerente de Productos Reactivos, MERCK, S.A.
 - “Prevención de Incendios / Uso y manejo de extintores”, impartido por Gerencia comercial de Productos del Aire.o
 - “Historia de la Tuberculosis”, impartido por la Unidad Central de Referencia y vigilancia epidemiológica UCREVE.
 - “Determinación de *Staphylococcus aureus* por lámina re-hidratable Petrifilm”, impartido por la empresa 3M.

d. CONTENIDO DE DOCENCIA

a. Proceso de lavado y esterilizado de material en Área de Análisis Microbiológicos

Se estableció esta conferencia para dar a conocer los lineamientos a seguir para realizar un proceso de lavado y esterilizado de material en las áreas de análisis microbiológicos, esto con el objeto de mejorar la calidad de dichos laboratorios y para asegurar la calidad de los procedimientos y resultados en un laboratorio, principalmente el área de microbiología.

El contenido que se abarcó fue el siguiente:

- Lavado de cristalería

La cristalería sucia puede contener agentes antimicrobianos que interfieren en los análisis realizados y se obtendrán análisis erróneos, por ese motivo, la cristalería debe estar: Físicamente limpia, Químicamente limpia, Bacteriológicamente limpia, Toda cristalería debe estar libre de grasa.

- De-contaminación de cristalería

La cristalería contaminada debe decontaminarse en autoclave a 121°C y 15psi por 45 minutos antes de lavarla, se enjuaga con agua de grifo y detergente común (si tuviera grasa). Desaguar material e introducir en solución detergente aniónico ALCONOX; Sumergir por 10 minutos mínimo. Lavar, desaguar 7 veces con agua de grifo, introducir en un baño de agua desmineralizada, para un mejor lavado es recomendable utilizar agua caliente, (remoción de grasa), reposar mínimo 10 minutos, desaguar y secar a temperatura ambiente o horno de secado.

- Control de calidad cristalería

Para determinar si la limpieza de la cristalería fue la adecuada se realiza la prueba de azul de bromotimol al 0.04% esto con el objetivo de determina trazas de jabón en la cristalería empleada en el laboratorio.

- **Esterilización de cristalería**

Es considerado el método más efectivo de esterilización, aplicando calor húmedo o seco. El vapor a 121⁰ C en autoclave es el método más conveniente para esterilizar de forma rápida y eficazmente cristalería, instrumentos, soluciones y cualquier otro material que no se descomponga con el calor. Con este método se eliminan toda clase de microorganismos presentes en la cristalería.

La presión para realizar los ciclos de esterilización debe ajustarse de acuerdo a la altura sobre el nivel del mar del lugar donde se encuentra ubicado la autoclave. Generalmente mientras más alto este el ubicado el equipo, más alta será la presión.

Los recipientes para autoclaves generalmente son: Polipropileno 5 y 12 galones, recipientes o cubos de metal de acero inoxidable, bolsas de polipropileno (desechos bioinfecciosos), recipientes de vidrio (frascos y botellas), contenedores de cartón gruesos encerados.

- **Control de calidad de autoclaves**

Las autoclaves se controlan para asegurar que los métodos utilizados logren la esterilización de los materiales y para verificar el cumplimiento de todas las condiciones existen indicadores químicos y biológicos. Los indicadores químicos, cambian de color o estado cuando se exponen a las diversas fases del proceso de esterilización. Estos no garantizan que el proceso de esterilización cumplió con todos los requisitos. Los indicadores biológicos, se considera el mejor método para controlar la calidad de un proceso de esterilización, Se componen de microorganismos vivos que contienen mayor resistencia a un proceso de esterilización o por reactivos químicos que reaccionan ante proteínas específicas de este tipo de microorganismo. Para procesos de esterilización húmeda: ***Geobacillus stearothermophilus***; para procesos de esterilización en seco: ***Bacillus subtilis***.

b. Standard ISO 11133, Microbiología de Alimentos y Materia para Alimentación Animal- Guías en la preparación y producción de medios de cultivo

- ISO 11133 Parte 1, Guías generales para el aseguramiento de calidad en la preparación de medios de cultivo en laboratorio

Esta norma está dirigida al aseguramiento de calidad en la preparación de medios de cultivo y especifica los requerimientos mínimos a ser usados para el análisis microbiológico de productos, para consumo humano o alimentación animal. Medios fabricados comercialmente listos para usar, medios preparados a partir de formulaciones deshidratadas comercialmente disponibles, medios preparados a partir de componentes individuales.

La norma ISO 11133 proporciona definiciones generales sobre aseguramiento de calidad y provee diferente terminología asociada a medio de cultivo y cultivos de control. Para la preparación de los medios de cultivo, un paso fundamental en el análisis microbiológico es respetar buenas prácticas de laboratorio y seguir las instrucciones del fabricante, documentar todos los datos relevantes, en medios preparados a partir de componentes individuales seguir la receta precisamente. Usar el principio first in first out, se debe de monitorear la entrada y apertura inicial, respetar fecha de expiración, cerrar bien los medios y almacenar a menos de 25 C, evitar la absorción de agua en lugares húmedos.

Para la elaboración de los medios se debe de utilizar agua destilada fresca si esta clorada neutralizar le cloro, almacenar el agua en contenedores de material inerte (vidrio, polietileno), que tenga resistencia de 300,000 omegas/cm. Rehidratar con los volúmenes correctos de agua, utilizando contenedores con 1-3 veces el volumen del medio a preparar; medir el pH a 25 °C, el resultado tiene un intervalo de +/- 0.2, sino se encuentra dentro de este rango se ajusta el pH con solución 1 M de NaOH o HCl. Autoclavear por 15 minutos a 121 C y 17 psi el tiempo de esterilización depende del tamaño de la carga y contenedores;

finalmente almacenarlos máximo 3 meses en refrigeración y 1 mes medios con suplementos.

- ISO 11133 Parte 2; Guías prácticas para Pruebas de Rendimiento de Medios de Cultivo

Esta parte de la norma establece criterios y métodos para pruebas de rendimiento (performance) de medios de cultivo y se aplica a: Medios de cultivo deshidratados, Medios listos para usar, Medios semi-terminados producidos y/o distribuidos comercialmente por los fabricantes, Laboratorios microbiológicos o industriales que preparan sus propios medios de cultivo.

Establece Criterios de calidad microbiológica en los cuales se presentan métodos de crecimiento (Cuantitativo, Semi-cuantitativo, Cualitativo), se determina la Productividad en medios de cultivo sólidos, semisólidos o líquidos, éstos deben ser inoculados con un inóculo apropiado de cultivo de trabajo de c/moo de prueba definido, utilizando una herramienta adecuada; la productividad debe alcanzar un límite mínimo de 0.7 para microorganismos de fácil crecimiento. Así mismo se realiza la Selectividad del medio y para evaluarla cuantitativamente en medios de cultivo y medios de referencia, son inoculados con un inóculo apropiado de cepas de prueba, la selectividad debe de ser 0.1 para organismos blanco en medio selectivo. Se debe evaluar el rendimiento e interpretación de resultados y documentar los resultados de las pruebas.

c. Procedimiento de pesado de muestras de alimentos; Área de Microbiología de Alimentos

El área de Microbiología de alimentos realiza análisis de alimentos y/o bebidas de consumo humano, para la ejecución de dichos análisis se debe de realizar previamente un procedimiento de pesado de la muestra a analizar, por lo

que se estableció esta conferencia para determinar los pasos a seguir el proceso de pesado de muestras, esto con el objetivo de obtener una porción homogénea y representativa de la muestra a analizar. El procedimiento se dividió en 4 partes:

1. Limpieza y desinfección del área de trabajo, balanza analítica y material

- Limpieza y desinfección del área de trabajo

Se debe desinfectar la mesa de trabajo con alcohol al 70% (anotarse en bitácora de Control de Limpieza de Áreas de trabajo).

- Limpieza y desinfección de la balanza analítica

Limpia las partes de la balanza empleando alcohol al 70%, quitar el plato, el anillo y verificar que no quede exceso de alcohol en el plato. Verificar que la burbuja de aire se encuentre centrada. Encender la balanza y dejar que se estabilice 30 minutos, (anotar la hora de inicio en la bitácora de Control Diario de Calibración Interna y verificación de pesos).

- Desinfección y esterilización del material

La desinfección del material se realiza sumergiendo el material (tijeras, pinzas, cuchillos, tenedores y espátulas) con alcohol al 95%. La esterilización se realiza seguidamente de sumergir en alcohol al 95%, flameando el material en la llama del mechero. Todo material estéril, colocarlo sobre una canasta de acero inoxidable previamente desinfectada con alcohol al 70%, frente o a un costado al mechero para evitar contaminación.

2. Verificación de pesos de la balanza.

Encender el mechero y colocar una toalla tipo C-fold. Comenzar a colocar las pesas de distinto peso, especificando el área del plato donde se van a pesar (centro, centro superior o inferior, izquierdo, derecho). No tocar con las manos las pesas para evitar que se le adhiera grasa y altere el peso original. Anotar los

diferentes pesos conforme se van pesando en la bitácora de Control Diario de Calibración Interno y Verificación de pesos. Revisar que lo que se peso en la balanza sea similar al peso que corresponde a cada pesa.

3. Pesado de muestras.

En base a la programación de los análisis a realizar a cada una de las muestras, preparar el material necesario y verificar el número de pesadas (las muestras a las que se les ha programado análisis de *Listeria* y *Salmonella* deben pesarse dos veces, en bolsas independientes). Verificar la temperatura y humedad del área de pesado y registrarla en la Bitácora de Temperatura ambiental y humedad relativa. Identificar con marcador el recipiente en el cual se va a pesar la muestra (jarra, bolsa Whirl-Pak estéril y/o frasco estériles), las veces necesarias según el número de análisis a realizar por cada muestra. Identificar con la siguiente información: Código de la muestra, Tipo de análisis, Iniciales de la persona a la que le asignaron el análisis de la muestra, Si el análisis que lleva la muestra es *Listeria*: escribir LIS, Si el análisis que lleva la muestra es *Salmonella*: escribir SAL, Si se pesa la muestra control escribir: MC, en lugar del número de muestra. Las muestras que son identificadas con las iniciales "FQ", deben ser pesadas y se debe de tomar una contra muestra en su respectivo recipiente y se debe pasar la muestra original al área de FQA.

Abrir cuidadosamente la bolsa o frasco, frente al mechero evitando contaminación (las bolsas se deben de abrir de una forma que el fondo quede descubierto y que la muestra llegue directamente al fondo, evitando que se manchen las paredes). Colocar la bolsa dentro de una canasta de acero inoxidable y tarar. Desinfectar el empaque de la muestra, cuidando que el área que se desinfecta no contenga información del alimento (número de lote, fecha de vencimiento, etc.) Abrir el empaque de la muestra de una forma adecuada que disminuya la manipulación con las manos, se puede emplear tijeras y pinzas.

Dependiendo del tipo de alimento se puede utilizar una bolsa Whirlpack para homogenizar la muestra (salchichas, jamón, quesos, etc.). La cantidad de muestra a pesar debe ser de $25 \pm (0.02)$ gramos, a menos que se indique lo contrario o no se tenga muestra suficiente. Doblar la bolsa de tal forma que evite que se salga y se contamine la muestra pesada; asegurarlo con masking tape.

Colocar la muestra en una canasta de acero inoxidable, guardarla dependiendo los requerimientos de la muestra (en la refrigeradora o temperatura ambiente; o entregar al analista designado. Sellar el empaque de la muestra con masking tape y almacenarla según corresponda el tipo de muestra. Verificar la temperatura y humedad del área de pesado y registrarla en la Bitácora de Temperatura ambiental y humedad relativa al final del pesado.

4. Limpieza y descarte de material.

Depositar el material empleado durante el pesado en un recipiente de descarte conteniendo agua de chorro, seguidamente colocarla en la carreta de descarte.

Limpiar con alcohol al 70% la mesa de pesado y la balanza. Anotarse en la bitácora de Control de Limpieza de Áreas de trabajo.

Si ya no se va a volver a pesar, apagar y desconectar la balanza. Anotarse en la bitácora de Control Diario de Calibración Interno y Verificación de pesos.

d. Bioseguridad en el Laboratorio

Se impartió un curso interactivo realizado por la Universidad del Valle en unión con CDC, el cual abarcó los contenidos básicos de Bioseguridad y presenta opciones para profundizar en temas específicos, así como alternativas aplicables a la realidad de los laboratorios. Se realizaron actividades de aprendizaje por medio de lecturas y se realizaron test interactivos para comprender el aprendizaje de los diferentes módulos.

El contenido que se desarrolló fue el siguiente:

1. Prácticas estándar

Se listaron las prácticas deseables de bioseguridad en el laboratorio, se identificaron los errores más comunes de bioseguridad en el Laboratorio. Se presentan 33 prácticas que debe de cumplir el personal en el laboratorio; entre las más importantes se mencionan:

El acceso al laboratorio está limitado a personal autorizado, todas las áreas estarán debidamente marcadas con la señal de riesgo biológico, las puertas y ventanas deben permanecer cerradas para mantener la adecuada contención biológica, todas las superficies de trabajo se limpiarán y desinfectarán diariamente y siempre que se produzca un derrame, el transporte de las muestras dentro o entre laboratorios se realizará de tal manera que, en caso de caída, no se produzcan accidentes, ropa protectora, fácilmente ajustable y confortable, así como guantes, gafas, etc., deben estar disponibles en todo momento, después de quitarse los guantes, se realizará un lavado de manos, se usarán gafas protectoras y mascarillas faciales si existe riesgo de salpicaduras y/o aerosoles, está estrictamente prohibido pipetear con la boca, se realizará pipeteo automático con material adecuado, no deben usarse zapatos abiertos en el laboratorio, no se recomienda usar sandalias, zuecos, tacones altos ni ningún tipo de zapatos que deje el pie al descubierto, comer, beber, fumar y aplicarse cosméticos está estrictamente prohibido en el área de trabajo del laboratorio, así como el almacenamiento de comida o bebidas, no se debe llevar pantalones cortos ni faldas en el laboratorio, no manipular lentes de contacto en el laboratorio, no guardar alimentos ni bebidas en los refrigeradores del laboratorio.

2. Desinfección

Para la bioseguridad en el laboratorio, es fundamental disponer de conocimientos básicos sobre la desinfección, la cual es una técnica de saneamiento que tiene como finalidad la destrucción de los microorganismos

patógenos (bacterias, virus y hongos) en todos los ambientes en que puedan resultar nocivos, mediante la utilización de agentes fundamentalmente químicos.

Su objetivo es mantener los niveles de contaminación microbiana dentro de los límites considerados como aceptables, desde el punto de vista sanitario, en función del riesgo que representa en cada caso.

Este segmento del curso se divide en 4 secciones: Lavado de manos, control de derrames, esterilización y desinfectantes.

- Lavado de manos:

Es la medida más importante para prevenir las enfermedades de transmisión dentro del hospital, laboratorio y en la vida diaria. Es una sencilla práctica que evita las infecciones transmitidas de un paciente a otro y de las muestras que manejamos a nosotros y a nuestra casa y familia. Dentro de la integración al tema se demuestra los momentos de cuándo se realiza el lavado de manos y sus respectivos pasos para hacerlo.

- Control de derrames:

El control de derrames requiere procedimientos simples y comprensibles; para que exista un verdadero control de derrames debe de existir, Planeación, Preparación y capacitación. Para enfrentar un derrame se necesitan 3 pasos: Contener el derrame, Descontaminar el derrame y reportar el derrame. Para realizar un derrame se debe de usar ropa protectora (guantes dobles), si ocurre sobre una mesa, evacue el laboratorio por suficiente tiempo para que los aerosoles se estabilicen o sean removidos por el sistema de ventilación, aproximadamente 20 a 30 minutos. Evitar acceso al área, colocando rótulos y cerrando las puertas. Descontaminar todas las superficies expuestas con un desinfectante adecuado. Los desinfectantes deben estar disponibles en el laboratorio, todo el tiempo, para su uso inmediato. Deje actuar al desinfectante 20-30 minutos; se recomienda dejar el laboratorio durante ese tiempo. Absorber el líquido con toalla de papel y descartar en un recipiente adecuado.

- **Esterilización:**

Es la destrucción o remoción de todas las formas de vida, la función principal es eliminar o inactivar a microorganismos patógenos que representan un riesgo significativo de infección.

Para la esterilización existen procedimientos de; procesos físicos, procesos químicos, esterilización con calor húmedo (autoclave) y calor seco (hornos).

Para controlar el proceso esterilización se realiza por tres maneras: indicadores físicos, indicadores químicos y indicadores biológicos.

3. Protección personal

El equipo de protección personal puede actuar como barrera para reducir al mínimo el riesgo de exposición a aerosoles, salpicaduras e inoculación accidental.

El equipo que se seleccione depende de la naturaleza del trabajo que se realice.

Entre el Equipo de Protección Personal, podemos mencionar las batas, gafas de seguridad, las mascarillas y los guantes.

e. Correcto lavado de manos y su relación con las enfermedades diarreicas.

- **Principio de lavado de manos**

Es el más simple, importante y efectivo componente en la prevención de la transmisión de enfermedades. Está diseñado para remover microorganismos que pueden haber sido tomados del medio ambiente. Previene la transmisión de esos microorganismos a otras personas, pacientes, personal y/o equipos. Es imposible determinar cuántos virus, bacterias, hongos, parásitos y otros microorganismos tenemos en la piel, pero está demostrado que el lavado de manos es una práctica sencilla para eliminarlos.

- **Pasos para una correcta realización de un lavado de manos**

Paso 0: Mojarse las manos y de preferencia también las muñecas.

- Paso 1: Aplique suficiente jabón para cubrir todas las superficies de las manos.
- Paso 2: Frótese las palmas de las manos entre sí.
- Paso 3: Frótese la palma de la mano derecha contra el dorso de la mano izquierda entrelazando las manos y viceversa.
- Paso 4: Frótese las palmas de las manos entre sí, con los dedos entrelazados.
- Paso 5: Frótese el dorso de los dedos de una mano contra la palma de la mano opuesta, manteniendo unidos los dedos.
- Paso 6: Rodeando el pulgar izquierdo con la palma de la mano derecha, fróteselo con un movimiento de rotación y viceversa.
- Paso 7: Frótese la punta de los dedos de la mano derecha contra la palma de la mano izquierda, haciendo un movimiento de rotación y viceversa.
- Paso 8: Enjuáguese bien las manos.
- Paso 9: Séquese las manos con una toalla de un solo uso.
- Paso 10: Utilice la toalla para cerrar la llave.

- **Enfermedades diarreicas**

Diarrea es una enfermedad que consiste en evacuaciones líquidas o acuosas usualmente con un incremento del peso de las heces por encima de los 200 gr/día, y un incremento en la frecuencia de las mismas.

La diarrea suele ser un síntoma de una infección del tracto digestivo, que puede estar ocasionada por diversos organismos bacterianos, víricos y parásitos. Enfermedades diarreicas son la segunda mayor causa de muerte de niños y ocasionan la muerte de 1,5 millones de niños cada año. La diarrea puede durar varios días y puede privar al organismo del agua y las sales necesarias para la supervivencia. La mayoría de las personas que fallecen por enfermedades diarreicas en realidad mueren por una grave deshidratación y pérdida de líquidos.

Tipos de diarrea:

La diarrea acuosa aguda, que dura varias horas o días, ejemplo: el cólera.

La diarrea con sangre aguda, también llamada diarrea disintérica o disentería.

La diarrea persistente, que dura 14 días o más.

Causas de una enfermedad diarreica:

- Higiene personal deficiente (lavado de manos).
- Desnutrición.
- Viajes recientes a zonas endémicas.
- Contaminación fecal del agua y de alimentos.
- Automedicación.
- Antecedentes de ingesta de alimentos procedentes del mar.
- Carnes mal cocidas.
- Exposición previa de antibióticos.
- Residencia en instituciones psiquiátricas, asilos, hospitales.

Formas de transmisión:

- Fecal- oral
- Adquiridas en la comunidad
- Transmitidas por alimentos
- Persona – persona

Síntomas: Diarrea, Náuseas y vómitos, Fiebre, Heces con moco y sangre, Distensión y/o dolor abdominal.

Principales enfermedades: Enteritis aguda, Cólera, Salmonelosis, Shigelosis, Botulismo, Rotavirus, Hepatitis A, Citomegalovirus, VIH, Amebiasis intestinal, Giardiasis Teniasis, Ascariasis.

e. RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Se impartieron las conferencias a los 38 compañeros de EPS, con el objetivo de que se tomaran las guías generales sobre la norma ISO 11133 para la elaboración de los medios de cultivo de aquellos que tuviesen en su laboratorio implementado el área de bacteriología para mejorar la calidad de la elaboración de los medios de cultivo y así mismo para mejorar la calidad del lavado de la cristalería en sí. No se pudo cuantificar los resultados de la conferencia o si fue implementada en algún laboratorio de los compañeros de EPS.

La conferencia sobre el Procedimiento de pesado de muestras de alimentos, permitió llegar a un consenso sobre la forma de realizar el procedimiento y contribuyó a establecer los pasos para un correcto pesaje de muestras y para la realización del Procedimiento Operativo Estandarizado de Procedimiento de pesado , el cual fue leído en presencia de todo el personal, y se realizaron las debidas correcciones; el personal fue evaluado por la supervisora para verificar la forma en que realizaban el procedimiento y fueron corregidas las acciones incorrectas.

La realización del Curso Interactivo sobre Bioseguridad en el Laboratorio, permitió conocer las prácticas de bioseguridad generales que se deben de realizar e implementar en todo laboratorio ya sea Clínico o en el caso del área de microbiología de alimentos de carácter Industrial; se realizaron lecturas de los 3 módulos, se presentaron videos sobre la realidad del laboratorio y sobre cómo debe de hacerse correctamente las actividades en el laboratorio. Se realizaron evaluaciones interactivas que vienen incluidas en el disco del Curso. Para verificar el correcto aprendizaje y sobre todo para resaltar la importancia de la Bioseguridad en el laboratorio; se le asignó a cada persona del Módulo de MIA un tema del contenido del Curso interactivo para desarrollarlo de forma más profunda para continuar con el tema. Se le entregaron a la Supervisora de área 8 discos conteniendo el Curso Interactivo de Bioseguridad en el Laboratorio, para que éste sea reproducido por las demás áreas del Laboratorio Nacional de Salud, con el

objetivo que los demás áreas tengan conocimiento de las normas generales de bioseguridad aparte de las que se presentan en el Manual de Bioseguridad del Laboratorio Nacional de Salud.

La conferencia de Correcto lavado de manos y su relación con las Enfermedades Diarreicas; fue una conferencia impartida por una invitación que surgió a un colegio privado, con el objetivo de instruir a los alumnos sobre la higiene personal. Se impartió a los grados de Tercero primaria hasta Diversificado; cada conferencia fue dada con el contenido de dificultad respecto al grado, se presentaron videos sobre el correcto lavado de manos y se realizaron 2 afiches con los pasos para una correcta realización de lavado de manos; con agua y jabón y con soluciones alcohólicas (alcohol en gel); así mismo se dio a conocer la relación que existe entre una mala higiene y las enfermedades diarreicas. Cada grado fue evaluado de forma práctica realizando un correcto lavado de manos.

f. CONCLUSIONES

- Se impartieron 4 conferencias de carácter informativo con objetivo de aprendizaje.
- Se logró el objetivo por el que se realizó de cada una de las conferencias.
- Se establecieron los requerimientos de la norma ISO 11133 para la preparación y producción de medios de cultivo en el laboratorio, para que sea implementada en un laboratorio de microbiología, pero no se pudo cuantificar los resultados de la conferencia o si fue implementada en algún laboratorio de los compañeros de EPS.
- El curso de bioseguridad en el laboratorio ayudó a mejorar algunos aspectos relevantes sobre la importancia de la bioseguridad en el módulo, y contribuyó a realizar una investigación más profunda sobre los temas de parte del personal, para que ellos realicen sus propias conferencias.

- Se establecieron los pasos a realizar para el procedimiento de pesaje y/o medido de muestras de alimentos, los cuales se incluyeron en el Procedimiento Operativo Estandarizado.
- Los alumnos y personal docente aprendieron y practicaron el correcto lavado de manos implementado por la Organización Mundial de la Salud, como forma prevención de una enfermedad diarreica.

g. RECOMENDACIONES

Seguir con las capacitaciones continuas impartidas el Laboratorio Nacional de Salud, para mantener al personal con conocimientos actualizados y contribuir a la mejora continua del personal del Laboratorio.

Continuar con las capacitaciones del personal en el módulo, para retroalimentar y mejorar sus conocimientos y destrezas analíticas para optimizar la calidad de los análisis de alimentos y aguas se realizan en el área.

V. INVESTIGACIÓN

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD MICROBIOLÓGICA DEL AGUA POTABLE QUE INGRESA AL ÁREA DE MICROBIOLOGÍA DE ALIMENTOS DE LABORATORIO NACIONAL DE SALUD.

a. INTRODUCCIÓN

El agua constituye un elemento natural indispensable para el desarrollo de la vida y de las actividades humanas. El agua se utiliza mayormente como elemento indispensable en la dieta de todo ser vivo y ésta es uno de los pocos elementos sin los cuales no podría mantenerse la vida. Por todo esto el agua ofrece grandes beneficios al hombre, pero a la vez puede transmitir enfermedades, como el cólera y diversas enfermedades..

Es de suma importancia cuidar el agua que se tiene y realizar controles rutinarios para conocer la calidad del agua que se suministra en las redes de agua potable en Guatemala, son muchos los factores que intervienen en la contaminación del agua como contaminantes del agua; siendo la contaminación por coliformes una de las principales causas de contaminación.

El Laboratorio Nacional de Salud posee un programa en donde se analizan la calidad microbiológica y fisicoquímica del agua potable de los distintos departamentos de Guatemala. Se analizaron 470 muestras de agua, durante los 6 meses consecutivos, de octubre de 2009 a abril de 2010; se recopilación de datos y se analizaron 467 muestras de agua potable y 3 muestras de agua embotellada, con el objetivo de tener un panorama de la calidad microbiológica del agua en cuanto a contaminación por Coliformes Totales y *Escherichia coli*.

b. ANTECEDENTES

La calidad del agua se refiere a las condiciones en que se encuentra el agua respecto a características físicas, químicas y biológicas, en su estado natural o después de ser alteradas por el accionar humano. El concepto de calidad del agua ha sido asociado al uso del agua para consumo humano, entendiéndose que el agua es de calidad cuando puede ser usada sin causar daño. Sin embargo, dependiendo de otros usos que se requieran para el agua, así se puede determinar la calidad del agua para dichos usos (1).

Al evaluar la calidad del agua, es necesario determinar la presencia de microorganismos, compuestos tóxicos, otros contaminantes, etc. Existen Normas que establecen la calidad del agua; un rubro importante constituye la sanidad de la misma, en lo posible, la presencia de microorganismos, metales, soluciones que causen daño en el consumidor y/o la comunidad que la emplea para sus servicios para uso doméstico o industrial.

Se considera que el agua es de buena calidad cuando está exenta de sustancias y microorganismos que sean peligrosos para los consumidores y está exenta de sustancias que transmitan sensaciones sensoriales desagradables para el consumo, como el color, el olor, el sabor o turbiedad. La importancia de la calidad del agua radica en que el agua es uno de los principales medios para la transmisión de muchas enfermedades que afectan a los humanos (1,2).

El agua potable (del latín *potus*, bebida, *potabilis*, bebible, *potare* = beber), se denomina al agua de suministro público y de uso domiciliario la cual se considera apta para la alimentación y uso doméstico; ésta no deberá contener sustancias o cuerpos extraños de origen biológico, orgánico, inorgánico o radiactivo que podrían convertirla en peligrosa para la salud. Así mismo deberá presentar sabor agradable y ser prácticamente incolora, inodora, límpida y transparente. El término se aplica al agua que ha sido tratada para su consumo

humano según unas normas de calidad promulgadas por las autoridades locales e internacionales (3).

Generalmente el agua potable recomendada para consumo humano es proveniente de un suministro público, fuentes superficiales (manantiales, lagos, nacimientos de agua) o subterráneas (pozos, cisternas) la cual generalmente debe estar tratada para eliminar cualquier contaminación (2,3).

1. Factores que determinan la calidad del agua potable

El agua potable tiene características que definen su calidad.

1.1 Factores físico-organolépticos

Son aquellos que se detectan sensorialmente o por medio de métodos analíticos de laboratorio. Entre las características físicas están turbidez, color, no presentar sedimentos, sólidos en suspensión y temperatura; entre las características organolépticas están la claridad, ser inodora, sabor (1-3).

1.2 Factores químicos

Son aquellos debidos a elementos o compuestos químicos orgánicos e inorgánicos, que como resultado de la investigación científica, se ha comprobado que en altas concentraciones pueden causar efectos nocivos a la salud, perjudicar otros usos o afectar al sistema de abastecimiento del agua. Los elementos deben encontrarse dentro de límites establecidos para el consumo. Ácidos, sales y metales tóxicos como el arsénico, mercurio y el plomo en altas concentraciones en el agua pueden causar graves daños a la salud de los seres vivos; estos son generados por la contaminación industrial y la actividad agrícola la cual arrastra contaminación hacia las aguas principalmente por fertilizantes y plaguicidas (1-3).

1.3 Factores físico-químicos

Son aquellos que miden las propiedades colectivas, resultantes de la presencia de un número de constituyentes físico-químico (1,2).

1.4 Factores radioactivos

Son aquellos resultantes de la presencia de elementos radioactivos (1,2).

1.5 Factores microbiológicos

El agua potable puede contaminarse por microorganismos; entre los cuales las bacterias son la principal fuente de contaminación. La presencia de bacterias coliformes en el agua representa un indicador biológico de las descargas de materia orgánica. Los coliformes totales no son indicadores estrictos de contaminación de origen fecal, puesto que existen en el ambiente como organismos libres. Sin embargo, son buenos indicadores microbianos de la calidad de agua. La bacteria *Escherichia coli* es la única que sí se encuentra estrictamente ligada a las heces fecales de origen humano y de animales de sangre caliente (1-3).

El agua también se encuentra contaminada con virus, algas, protozoos y hongos; los cuales contribuyen junto con las bacterias a la propagación de enfermedades diarreicas, parasitosis, hepatitis, fiebre tifoidea y epidemias como el cólera. Los microorganismos responsables de esas enfermedades se transmiten por vía fecal-oral, la cual puede ser directa o a través del agua (incluyendo el hielo), la leche o alimentos contaminados con excretas, así como mediante las manos. Los vectores como insectos y roedores pueden desempeñar también un papel activo en este proceso (1,2).

2. Importancia de la calidad del agua potable

Existen muchas razones por las cuales un agua pierde su calidad y los seres humanos generalmente tienen una gran influencia en la presencia de los factores que favorecen esto.

Algunas de las razones son las descargas por su uso en actividades domésticas y comerciales, por su uso en actividades industriales, y por su uso en actividades agrícolas. La contaminación del agua es el proceso mediante el cual se agregan organismos o sustancias tóxicas que resultan inadecuadas para diferentes usos (3,4).

La mala calidad del agua afecta muchas actividades vitales, los efectos más evidentes del uso de agua de mala calidad se refleja en enfermedades que afectan al ser humano, entre las principales enfermedades que se vinculan directamente con el agua están las de origen digestivo, diarrea, parasitismo intestinal, cólera, fiebre tifoidea y Shigelosis. Una mala calidad del agua también afecta la salud de los ecosistemas, pues la biodiversidad asociada al agua se ve afectada por la contaminación (4).

3. Caracterización del agua potable en Guatemala

3.1 Contexto nacional

Guatemala es un país que cuenta con gran variedad de climas debido a la topografía y ubicación geográfica, situación que favorece la existencia del recurso agua en cantidad suficiente con una precipitación media anual de 2,200mm. Esta precipitación es significativa y suficiente para satisfacer las necesidades básicas del país, sin embargo, la cantidad de agua no es uniforme al territorio guatemalteco, ni está disponible en cualquier época del año (4).

En Guatemala existen 46 cuencas, 950 km² de lagos y lagunas y que 33,699 millones de m³ de agua subterránea fluyen anualmente. Sin embargo, si este caudal no se cuida y se tiende a aumentar la contaminación, el agua dejará de ser apta para el consumo humano (4).

3.2 Antecedentes generales

El Programa de Muestras Control de Laboratorio Nacional de Salud, brinda apoyo a Los Centros de salud, Puestos de Salud y Hospitales Nacionales; en los análisis de agua potable y embotellada de las diferentes regiones geográficas del país;

esto se hace con el objetivo de determinar si el agua potable de las diferentes zonas de país es aceptable y cumple con las normas, para ser considerada de consumo humano.

Generalmente los Centros, Puestos de Salud y Hospitales, envían las muestras para análisis microbiológico cuando ocurren brotes de enfermedades (principalmente diarreicas), para verificar si algún nuevo nacimiento es adecuado para abastecer de agua a colonias, aldeas o caseríos y algunas veces simplemente para controlar los sistemas de tratamiento que se realizan al agua para potabilizar.

En el 2000, de acuerdo con los datos presentados por la evaluación de servicios de agua potable y saneamiento, el recurso agua presenta crisis de insatisfacción y demandas, mal uso y conflictos. Dichos factores inciden en el deterioro, la calidad y cantidad, teniendo una repercusión especial en el sector agua potable, donde existe un grave déficit del recurso (OPS-OMS 2,000). Otros sectores tales como agricultura, turismo, entre otros, también se ven afectados seriamente por dicho déficit.

En el 2000, la oficina de Ingenieros del Comando Sur de los Estados Unidos comisionó al Cuerpo de Ingenieros de la Fuerza Armada de los Estados Unidos, Oficina del Distrito de Mobile, Alabama y al Centro Topográfico del Cuerpo de Ingenieros de la Fuerza Armada de los Estados Unidos en Alexandria, Virginia para llevar a cabo una evaluación de los recursos de agua de Guatemala. Esta evaluación tiene dos objetivos: (1) proporcionar a los planificadores militares norteamericanos con información precisa para la planificación de varios ejercicios conjuntos de entrenamiento militares y ejercicios de ingeniería para proporcionar Asistencia Humanitaria Cívica; y (2) proporcionar un análisis de los recursos de agua existentes de Guatemala e identificar algunas oportunidades disponibles, haciéndolas del conocimiento del Gobierno de Guatemala para maximizar el uso de los recursos (5).

En el 2003, Guzmán N; analizó cuantitativamente la evolución de los servicios de agua potable y drenajes en Guatemala, tanto en el área urbana como rural durante el período de 1984-2002, con el objetivo de explicar el tema de los servicios de agua potable y drenajes desde la perspectiva del proceso de urbanización en Guatemala; en este estudio se determinó que la cobertura de servicios de agua potable y drenajes no ha crecido al mismo ritmo que el proceso de urbanización, especialmente en el área Metropolitana de Guatemala (6).

En junio de 2005, el Diario de Nueva York, publicó una noticia “Guatemala: expertos alertan que el agua dejaría de ser potable en 5 años”; en esta publicación expertos ambientales dieron la voz de alarma afirmando que en cinco años el agua podría dejar de ser potable en Guatemala debido a la contaminación. Datos del Observatorio Nacional de Agua revelaron que 70% de la contaminación que afecta los mantos de agua en Guatemala son provocados por la actividad humana cotidiana, 20% por la actividad agrícola y 10% por la industria. La investigación denominada “Estado Actual y Necesidades en Guatemala” estuvo a cargo del Instituto Nacional de Bosques (INAB, estatal), el cual dio a conocer las necesidades de aprobar una Ley General de Agua para combatir la contaminación y mejorar su uso, ya que el alto grado de contaminación y la basura con que bajan las aguas del interior de las cuencas hídricas del país dificultan el proceso de potabilización y el trabajo de las plantas de tratamiento (7).

3.3 Suministros de agua potable

No existe una autoridad nacional para el suministro de agua en el país. Cada municipalidad es responsable por su propio suministro de agua y por mantener la calidad del agua. Si el agua no cumple con las normas de calidad, la municipalidad está obligada a corregir el problema.

Los servicios de suministro de agua potable y sanitarización son administrados por muchas agencias y organizaciones incluyendo DSM-MSPyAS, Empresa Municipal de Agua (EMPAGUA), Instituto de Fomento Municipal (INFOM), las 329

municipalidades, corporaciones privadas, organizaciones no-gubernamentales, organizaciones internacionales y de caridad (5,9).

3.3.1 Suministro de agua en la ciudad de Guatemala

El sistema de suministro de agua para la ciudad de Guatemala es operado y mantenido por EMPAGUA, que fue creada en 1972. EMPAGUA suministra aproximadamente el 60 por ciento de las necesidades reales de agua para los 2.5 millones de habitantes de la ciudad. La cantidad de agua suministrada al sistema es de 3.6 metros cúbicos por segundo de ambos recursos de agua superficial y subterránea. Hasta 1998, 86 pozos de agua están suministrando 1 metro cúbico por segundo, el resto del agua proviene de fuentes superficiales. Dos acuíferos suministran agua subterránea para la ciudad (5,9).

3.3.2 Suministro de agua en áreas Urbanas

Las 329 municipalidades del país están en las áreas urbanas, cada municipalidad tiene la responsabilidad de su propio suministro de agua y sanitación. La agencia del gobierno INFOM apoya el desarrollo socioeconómico de las 329 municipalidades, incluyendo agua potable y sanitación. INFOM proporciona asistencia financiera y técnica. Ellos desean centralizar toda la ayuda y apoyo de todas las agencias y todas las actividades para el agua potable y sanitación para las áreas rurales. Aunque todas las municipalidades están obligadas a poner cloro al agua, muy pocas lo hacen. La cobertura de los servicios de agua potable se estima que es del 90 por ciento en áreas urbanas. Las fuentes de agua superficial suministran aproximadamente el 70 por ciento del suministro de agua para las áreas urbanas (5,9).

3.3.3 Suministro de agua en área Rural

Cada comunidad es responsable por su propio suministro de agua. Las fuentes de agua superficial suministran 90 por ciento del agua para las áreas rurales. La cobertura de servicios de agua potable se estima que es del 55 por ciento en

áreas rurales, lo cual significa que por lo menos 3 millones de personas en las áreas rurales no tienen acceso a servicios de agua potable. En 1994 la cobertura de servicios de sanitación se estimó que era del 35 por ciento. La mayor parte de las áreas rurales tienen solamente letrinas y no poseen sistema convencional de saneamiento (5,9).

4. Legislación de la calidad del agua potable para consumo humano

Para llevar a cabo la determinación de la calidad del agua, la mayoría de países han conformado organismos que regulen las normas para esta. En la Unión Europea, la Comunidad Europea formuló la normativa 98/83/EU establece valores máximos y mínimos para el contenido en minerales, diferentes iones como cloruros, nitratos, nitritos, amonio, calcio, magnesio, fosfato, arsénico, etc., además de los microorganismos patógenos.

En los Estados Unidos la Environmental Protection Agency, EPA por sus siglas en inglés, es la encargada de establecer los parámetros para llevar a cabo la determinación de la calidad del agua, los cuales están en listados en el libro titulado Quality Criteria for Water.

En Guatemala, el ente encargado de establecer los límites para evaluar la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua potable es la Comisión Guatemalteca de Normas, COGUANOR, que es parte del Ministerio de Economía; para lo cual se formuló la norma NGO 29.001.98. Conjuntamente, el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales desarrollo, en el Acuerdo Gubernativo Número 236-2006, un reglamento para descargas y re-uso de aguas residuales, en el cual también propone algunos límites para las aguas que son arrojadas a los efluentes naturales.

5. Criterios de calidad del agua potable

Los criterios de calidad del agua potable se dividen en microbiológicos y fisicoquímicos, y para que un agua cumpla con dichos criterios se realizan los siguientes parámetros:

5.1 Calidad microbiológica del agua

Se realizan análisis de bacterias aeróbicas, coliformes totales, coliformes fecales y *Escherichia coli*.

5.2 Calidad fisicoquímica del agua

Se realizan los análisis de carbonatos, mercurio, cadmio, fluoruro, antimonio, cobre, plomo, selenio, temperatura, pH, Eh, O₂ disuelto, sulfato, cloruro, amonio, nitritos, nitrato, turbidez, sólidos suspendidos, sólidos disueltos totales, bicarbonato, alcalinidad, dureza, conductividad eléctrica, RAS, fósforo, boro, calcio, sodio, arsénico, magnesio, zinc, aluminio, hierro, sílice, manganeso, potasio y demanda química de oxígeno (10).

6. Causas de contaminación del agua

Las fuertes concentraciones de población contribuyen a la rápida contaminación del agua y otros tipos de contaminación. Agua contaminada es el agua a la que se le incorporaron materias extrañas, como microorganismos, productos químicos, residuos industriales o de otros tipos, o aguas residuales. Estas materias deterioran la calidad del agua y la hacen inútil para los usos pretendidos.

Los principales contaminantes del agua son:

- **Agentes patógenos:**

Bacterias, virus, protozoarios y parásitos que entran al agua proveniente de desechos orgánicos.

- **Desechos que requieren oxígeno:**

Los desechos orgánicos pueden ser descompuestos por bacterias que usan oxígeno para biodegradarlos. Si hay poblaciones grandes de estas bacterias, pueden agotar el oxígeno del agua, matando así las formas de vida acuáticas.

- **Sustancias químicas inorgánicas:**

Ácidos, compuestos de metales tóxicos (mercurio, plomo) que envenenan el agua.

- **Los nutrientes vegetales:**

Pueden ocasionar el crecimiento excesivo de plantas acuáticas que después mueren y se descomponen, agotando el oxígeno del agua y de este modo causan la muerte de las especies marinas (zona muerta).

7. Parámetros y metodología de análisis aceptable por la legislación de la calidad del agua potable de consumo humano

7.1 Parámetros microbiológicos

Desde el punto de vista microbiológico, el agua potable debe garantizar:

1. Menos de 200 colonias bacterianas de mesófilos aerobios por mililitro de muestra.
2. Un máximo de dos organismos Coliformes Totales en 100 mililitros de muestra.
3. No contener organismos Coliformes Fecales en 100 mililitros de muestra.

La Organización Mundial de la Salud recomienda que el agua potable debe estar libre de colonias de coliformes por cada 100 mililitros (10).

La Norma guatemalteca obligatoria -Agua potable- COGUANOR NGO 29.001.98. indica que el agua potable debe estar ausente coliformes fecales por cada 100 mililitros (11).

7.2 Metodología de análisis

Los métodos de análisis aceptados para determinar la pureza del agua potable en Guatemala son especificados por las normas COGUANOR y en ausencia de las normas COGUANOR podrán emplearse los métodos de la American Water Works Association; los métodos a realizarse son los siguientes:

7.2.1 Método de los tubos múltiples de fermentación

a. Prueba de 15 tubos

Se examinan 5 tubos con porciones de 10 ml, 5 tubos con porciones de 1ml y 5 tubos con porciones de 0.1ml, la ausencia de gas en todos los tubos se expresa como número más probable menor de 2.0 coliformes en 100ml de agua, lo que se interpreta como que esa muestra aislada satisface la norma de calidad y el agua es adecuada para consumo humano (11).

b. Prueba de 9 tubos

Se examinan 3 tubos con porciones de 10ml, 3 tubos con porciones de 1ml y 3 tubos de 0.1ml, la ausencia de gas en todos los tubos se expresa como número más probable menor de 3.0 coliformes en 100ml, lo cual se interpreta como un indicador de que esta muestra aislada satisface la norma de calidad y el agua es adecuada para consumo humano (11).

7.2.2 Método de filtración por membrana

En este método el volumen de muestra de agua a utilizar con la membrana de filtración es de 100ml. Se acepta como límite una colonia de coliformes totales y ausencia de *Escherichia coli* en 100ml de agua. La ausencia de coliformes se

interpreta como que muestra aislada satisface la norma de calidad y el agua es adecuada para consumo humano (11).

7.2.3 Método de Sustrato Definido AOAC 991.15

Este método denominado COLILERT, detecta simultáneamente los coliformes totales y *Escherichia coli* en el agua. Se basa en Defined Substrate Technology (Tecnología de sustrato definido), patentada por IDEXX. Este método actúa de la siguiente manera:

Cuando los coliformes totales metabolizan el indicador ONPG que se encuentra en los reactivos de Colilert, la muestra toma una coloración amarilla. Cuando *E. coli* metaboliza el indicador MUG de los reactivos de Colilert, la muestra fluoresce al exponerse con luz UV a 345nm, en un entorno oscuro.

Colilert puede detectar simultáneamente ambas bacterias a una concentración de 1 UFC/100ml dentro de las 24 horas, hasta en presencia de 2 millones de bacterias por cada 100ml.

Este método es considerado cuantitativo ya que equivale al Método de Número más Probable ya que con el número de celdas positivas presentes en la bandeja o dispositivo de Colilert, se puede cuantificar el número de Coliformes totales y *E. coli* por 100ml (12).

c. JUSTIFICACIÓN

Parte importante del Ministerio de Salud y Asistencia Social, es velar por la calidad del agua que se brinda en los distintos departamentos de Guatemala y las distintas municipalidades; ya que es a través del agua que se propagan diversas enfermedades que afectan a la población en general, perjudicando la salud de los guatemaltecos; por tal motivo se busca hacer un análisis de la calidad del agua que es distribuida en los distintos puntos de la nación, la cual es analizada dentro del Laboratorio Nacional de Salud enfocándonos únicamente en los criterios microbiológicos, coliformes totales y *Escherichia coli* como indicador fecal, para tener una idea de cómo es la calidad del agua en general y cuales municipalidades brindan una mejor calidad del agua o bien los departamentos que velan por mantener la calidad del agua potable.

Las muestras son llevadas al laboratorio como parte del programa de aguas potables control las cuales provienen de distintos puntos del país, éstas son analizadas dentro del laboratorio por el Método de Sustrato definido AOAC 991.15 (COLILERT) para determinar la concentración de coliformes fecales y *Escherichia coli* y así determinar si es agua apta para consumo humano o requiere de algún tratamiento para ser potable.

Es de suma importancia que se realicen controles del agua potable distribuida en la red nacional de agua por tal motivo es necesario llevar un control estadístico de la calidad del agua en los departamentos y llevar un control rigurosos ya que el agua es vital en todo ser humano y de este se derivan una infinidad de enfermedades que pueden afectar la salud de la población en la actualidad.

d. OBJETIVOS

Objetivo general

Evaluar la Calidad Microbiológica del Agua potable y agua embotellada que ingresa al Área de Microbiología de Alimentos de LNS durante el período de octubre de 2009 a abril de 2010.

Objetivos específicos

- Determinar la calidad microbiológica del agua potable empleando el método de sustrato definido (COLILERT) para análisis de Coliformes Totales y *Escherichia coli*.
- Determinar la calidad microbiológica del agua potable empleando el método de Número más probable para análisis de Coliformes Totales y *Escherichia coli*.
- Analizar la calidad del agua potable en las diferentes regiones y en los departamentos de Guatemala.
- Establecer los departamentos con agua potable más contaminada del país.

e. HIPÓTESIS

El agua que ingresa al Laboratorio Nacional de Salud, presenta las características de calidad microbiológica descritas en la norma COGUANOR NGO29001.98 de la Comisión Guatemalteca de Normas, por ser clasificada como agua potable, y por lo tanto es apta para el consumo humano.

f. MATERIALES Y MÉTODOS

1. Universo de trabajo

Aguas potable y embotellada de los distintos departamentos de Guatemala

2. Muestra

467 muestras de agua potable y 3 muestras de agua embotellada, referidas al Laboratorio Nacional de Salud

3. Listado de Materiales

Material

- mechero
- frascos estériles
- bandeja y/o dispositivo Quanti-Tray/2000 estériles
- algodón absorbente
- marcador rotulador
- descartadores de plástico
- carta del remitente y hoja de recepción de muestras de agua potable control

Reactivos

- alcohol al 70%
- cápsula de reactivo Quanti-Tray/2000

Instrumentos

- Refrigeradora
- Incubadora $35^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$

- Sellador Quanti-Tray/2000
- Cámara de Luz Ultravioleta 346nm

4. Metodología

Ingreso de las muestras

Las muestras son enviadas a través del Programa de Aguas Control, remitidas por un Hospital, Área o Puesto de Salud, con una carta donde se especifica el lugar, la hora de toma de muestra y el motivo del análisis, toda muestra debe ir en frasco de vidrio estéril o bolsa wirlpack estéril y se deben transportar en hielera; luego estas muestras son identificadas en el Laboratorio Nacional de Salud, asignándoles un número de muestra (APC-10 número) y son llevadas al área de Microbiología de Alimentos para su análisis.

Proceso de análisis

- Revisar que la muestra no tenga más de 24 horas de tomada, en el caso de haber cumplido ese lapso de tiempo, no se analiza.
- Homogeneizar la muestra
- Transferir la cantidad de 100ml de agua en el frasco estéril hasta la marca que este posea.
- Añadir el reactivo de la cápsula a la muestra, quebrando el paquete sobre la muestra.
- Homogeneizar hasta que el reactivo se disuelva completamente y esperar que no tenga espuma.
- Verter en la bandeja de Quanti-Tray/2000, la solución
- Sellar la bandeja en el sellador Quanti-Tray/2000, colocar la bandeja horizontal
- Colocar en la incubadora por 24 horas a $35^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$

Nota: si durante la mezcla se forma un color azul transitorio la muestra contiene una cantidad excesiva de cloro libre; en este caso debe de descartar y no seguir con el análisis.

Para la lectura, el cambio de coloración a amarillo indica la presencia de Coliformes Totales y al observar en la cámara ultravioleta, la presencia de fluorescencia indica la presencia de *Escherichia coli*. Se deben contar las celdas positivos grandes y pequeños y se comparan con una tabla de IDEXX para determinar el número más probable. El dato de las celdas grandes que se encuentran de lado izquierdo en forma vertical de la tabla y el dato de las celdas pequeñas que se encuentran en forma horizontal; donde se entrecruzan los datos, de esta manera se obtiene el resultado. Se reporta Número de Coliformes totales y el número de *Escherichia coli* expresado como NPM/100ml.

g. RESULTADOS

Se recibieron en el Laboratorio Nacional de Salud, 470 muestras de agua, durante seis meses consecutivos, de octubre de 2009 a abril de 2010; dichas muestras fueron provenientes de las diferentes regiones geográficas del país. Durante los seis meses de recopilación de datos, se analizaron 467 muestras de agua potable y 3 muestras de agua embotellada. El 100% de las muestras fueron analizadas por Metodología COLILERT, y se determinó Coliformes Totales (CT) y *Escherichia coli* (EC), dando un resultado cuantitativo de Número más probable en 100ml de agua.

La tabla No.16 muestra que de 467 muestras de agua potable 205 cumplen con la norma (<1 a 1.0 NMP/100ml de coliformes totales) y 307 cumplen con la norma (<1 NMP/100ml para *Escherichia coli*); 262 muestras de agua no cumplen con la norma para coliformes totales y 160 muestras no cumplen con la norma para *Escherichia coli*. De 3 muestras de agua embotellada, 1 muestra cumple con

la norma (<1 NMP/100ml para coliformes totales y *Escherichia coli*) y 2 muestras no cumplen la norma, respectivamente. La Gráfica No.6 presenta la frecuencia de Coliformes totales, representando que existe mayor frecuencia de agua potable y embotellada que no cumple con la normativa establecida (262/2). La Gráfica No.7 nos muestra la frecuencia de *Escherichia coli*, indicando que existe una mayor frecuencia de agua potable que cumple con la norma, al contrario del agua embotellada que existe mayor frecuencia que no cumple.

Para evaluar la calidad microbiológica del agua potable según su Procedencia geográfica, la Tabla No.17 muestra que el departamento de Sacatepéquez es el que presenta mayor frecuencia de muestras (167) y mayor frecuencia de aguas que cumplen (83 para CT y 129 EC) y no cumplen (84 para CT y 38 para EC), en una relación (49/51 para CT y 77/33) del 100% del total de sus muestras, y el departamento con menor frecuencia de muestras es Alta Verapaz y Quetzaltenango y de ambas el primero no cumple con la norma y el segundo si cumple con la norma COGUANOR para coliformes totales. La gráfica No.8 representa la frecuencia de Coliformes totales, indicando que Sacatepéquez, Guatemala, Escuintla son los departamentos que presentan mayor frecuencia de muestras y que cumplen con la norma COGUANOR. La gráfica No.9 muestra la frecuencia de *Escherichia coli* en agua potable en los diferentes departamentos, Sacatepéquez es el departamento con mayor frecuencia de muestras que cumplen y no cumplen con la norma, seguido de Guatemala y Escuintla, misma relación que se observa con la determinación de Coliformes Totales.

Al evaluar la calidad microbiológica del agua embotellada según su procedencia geográfica, la Tabla No.18 presenta la frecuencia de Coliformes totales y *Escherichia coli*; únicamente 3 departamentos realizaron análisis y el departamento de Sacatepéquez es el único que cumple con la norma, al contrario de Chimaltenango y Escuintla cuyas muestras no cumplen con lo indicado en la normativa COGUANOR. La Gráfica No. 10 muestra la relación que existe entre los Coliformes totales y *Escherichia coli* en agua embotellada; ambos análisis tienen congruencia en los tres departamentos ya que se presenta la misma frecuencia de

muestras que cumplen y no cumplen con la normativa para coliformes totales y *Escherichia coli*.

Para poder determinar el motivo de la contaminación del agua potable, se calculó el porcentaje de muestras de acuerdo al lugar de toma de muestra, la tabla No.19 muestra el porcentaje de los sitios de toma de muestra en los respectivos lugares de procedencia; el lugar más frecuente en la mayoría de los departamentos es el chorro domiciliar, seguido de pozo, nacimiento, tanque de distribución; en menor porcentaje se encuentra pila pública, bomba y otros.

h. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, junto con los Centros de Salud, Puestos de Salud, Hospitales y otras diferentes entidades de Salud del país, en conjunto con las Municipalidades de las diferentes regiones, tienen la importante labor de velar por la salud de la población guatemalteca y en el caso de las Municipalidades por ser los entes del Estado responsables del gobierno del municipio, deben de brindar, realizar y administrar los recursos necesarios para proveer los servicios que necesita una ciudad o un pueblo para el crecimiento y desarrollo de su territorio.

Uno de los servicios básicos más importantes para la población es el abastecimiento de agua potable para consumo humano y domiciliar; por lo tanto las entidades anteriormente mencionadas tienen el deber de velar por la calidad del agua que se brinda en los distintos departamentos de Guatemala; ya que es a través del agua que se propagan diversas enfermedades que afectan la salud de la población en general.

La contaminación del agua proviene de distintas formas siendo la actividad humana el principal factor en su contaminación, en Guatemala son muchas las causas de contaminación las principales fuentes son actividades domésticas,

comerciales, actividades industriales, y actividades agrícolas; en la tabla No. 1 demuestra que existe mayor frecuencia de agua potable que no cumple a las que cumplen, según la norma COGUANOR NGO 29.001.98. 262 muestras no cumple/205 cumplen, debido a que se detectaron niveles altos de Coliformes Totales; este comportamiento no lo presenta el factor de *Escherichia coli* 307cumplen/160 no cumplen, esto nos indica que existe mayor frecuencia de muestras que si cumplen respecto a las que no cumplen debido a que este parámetro se refiere únicamente a la contaminación fecal ya sea por las actividades del ser humano mismo o por la ganadería debido a que esta bacteria habita en el intestino de los humanos y animales de sangre caliente, y como la mayoría de las aguas negras son únicamente vertidas a los ríos y lagos sin un tratamiento previo, estas aguas tienden a contaminarse; la contaminación por coliformes totales no se refiere únicamente a la contaminación fecal ya que hay diversos coliformes de vida libre que pueden contaminar el agua sin que sea obligatoriamente nocivos para la salud; pero según la EPA, la OMS y la Unión Europea, el límite para los coliformes fecales y *E. coli* es de cero para que un agua potable sea considerada de calidad, lo que demuestra que el mayor porcentaje de muestras están altamente contaminadas y no cumplen con ninguno de los dos parámetros.

Respecto a la calidad del agua embotellada se observó que hubo una mayor frecuencia de muestras que no cumplen con la normativa; esto es debido a que algunas empresas se dedican a la purificación del agua potable para que ésta pueda emplearse como de consumo alimenticio; las aguas según reportes de los remitentes fueron tomadas de Purificadoras, lo que demuestra que sus sistemas de tratamiento no son los adecuados para realizar una desinfección completa de la misma ya que presentan positivos ambos criterios microbiológicos por lo que se considera que el agua no tiene buena calidad microbiológica y no es apta para consumo humano.

En cuanto a la calidad del agua en las distintas ubicaciones geográficas del país, se puede evidenciar que el departamento de Sacatepéquez y Guatemala refieren más muestras al programa de muestras Control, con 167 y 129 respectivamente. Respecto al departamento de Sacatepéquez la frecuencia de muestras que cumple y no cumplen con el criterio de Coliformes totales se encontró que existe un aproximado de 50% que cumplen y 50% que no cumplen; lo que demuestra que a pesar de ser el departamento más interesado por la calidad de su agua potable, los sistemas de tratamiento no están siendo los adecuados para lograr una plena desinfección del agua potable.

Ambos departamentos Sacatepéquez y Guatemala son los que mayor muestras refieren al Laboratorio, al contrario de los demás departamentos, determinando que no hay referencia de un adecuado control de las aguas que se suministran, ya sea que no hay interés por parte de los encargados de velar por la calidad del agua o por la dificultad que existe en sí el envío de muestras de algunos lugares lejanos.

Por medio del estudio se logró verificar que los departamentos con mayor contaminación de agua potable son Escuintla, Guatemala y Sacatepéquez, y se manifiesta que las muestras fueron tomadas mayormente de chorros domiciliarios y pozos lo que demuestra que los suministros de aguas subterráneas de éstos departamentos; siendo considera el agua subterránea generalmente más segura que los suministros de agua superficial que no han sido tratados, muchos acuíferos poco profundos en las cercanías de estas áreas están biológicamente contaminados, principalmente debido a la disposición inadecuada de los desechos y desperdicios humanos y animales o a la inadecuada disposición de estos en la ciudad de Guatemala, lo que se drena por los cauces de los ríos.

En la mayoría de los demás departamentos del área rural, se observa que existe una mayor frecuencia de aguas que no cumplen con la normativa tanto para Coliformes totales como para *Escherichia coli*, aunque algunas de ellas

únicamente refieran un análisis realizado; por lo tanto se demuestra que tanto los suministros de agua subterránea (chorros domiciliarios, pozos, tanques de distribución) y los suministros de agua superficial (nacimientos, ríos, lagos) se encuentran biológicamente contaminados y si no se controlan las descargas que se realizan a este tipo de fuentes, después de cierto tiempo en Guatemala ya no existirá agua potable para consumo humano y se presentarán enfermedades a las personas que consumen esta agua contaminada.

La importancia que radica la calidad del agua en Guatemala es que ésta siendo suministrada a toda la población en general, y principalmente de fuentes como chorros domiciliarios, pozos, nacimientos; estas principalmente los chorros domiciliarios no caen simplemente del cielo hasta llegar a él, es necesario disponer de todo un sistema de abastecimiento en el que juegan un papel fundamental las instalaciones de tratamiento, es decir, recorren un camino lleno de controles, vigilancia, procesos y análisis que si no son los adecuados se está distribuyendo de forma contaminada el agua a aldeas, caseríos, barrios, domicilios, restaurantes de comida, entre otros; así en algunas ocasiones estos chorros son provenientes de pozos y fuentes superficiales como manantiales, por lo tanto el agua subterránea como el agua superficial juegan un papel fundamental en la distribución de agua en toda la red nacional, sin embargo el continuo acceso a esta y el desarrollo de suministros de agua confiables y seguros son asuntos importantes que involucran al gobierno de Guatemala así como también a muchas organizaciones internacionales y privadas; para ello las Municipalidades, empresas encargadas del suministro de agua potable y embotellada del país, deben de aplicar el tratamiento adecuado a las fuentes de agua quizá tratamientos primarios, como desarenamiento, filtración, y tratamientos como la cloración, pero a un nivel que permita la desinfección total de tan vital líquido para el ser humano.

Aunque no se puedo evidenciar de forma directa la magnitud de la calidad de agua potable y embotellada que se enfrenta en Guatemala porque no se logró tener muestras de todos los departamentos del país; los departamentos que

participaron nos dieron una vista general de cómo se encuentra en sí la calidad microbiológica del agua que es distribuida a nivel nacional, demostrando que la mayoría de los recursos hídricos están siendo contaminados y no hay un control rutinario de las aguas que se distribuyen y de los tratamientos que se le realizan al agua para su posterior consumo y utilización en las diferentes actividades.

Se determinó que para que un agua potable sea destinada al consumo humano, debe cumplir ante todo con una calidad sanitaria apta, tanto inmediatamente después de su proceso de tratamiento, como presentar una estabilidad biológica en la red de distribución, criterio que la mayoría de las muestras de agua potable analizadas durante los 6 meses, de las diferentes ubicaciones geográficas de nuestro país carecen.

i. CONCLUSIONES

- Al evaluar la Calidad Microbiológica del Agua potable y agua embotellada que ingresa al Área de Microbiología de Alimentos, se determinó que una mayor frecuencia de muestras no cumplen con los criterios microbiológicos impuestos por la norma COGUANOR NGO 29.001.98, por lo que dichas muestras que no cumplen no son consideradas aptas para agua potable.
- El agua embotellada que suministran 2 de las 3 purificadoras que participaron en el estudio no cumplen con los criterios de calidad microbiológica, por lo que se considera que no son aptas para consumo humano.
- El método de sustrato definido (COLILERT) para análisis de Coliformes Totales y *Escherichia coli*, permitió de forma sencilla la realización de los análisis de agua potable dando resultados precisos y confiables.

- Se analizó la calidad del agua potable en las diferentes regiones y en los departamentos de Guatemala, determinando que en la mayoría de departamentos los suministros de agua potable no son considerados aceptables para el consumo humano.
- Los departamentos con menor calidad microbiológica de agua potable son Escuintla, Guatemala y Sacatepéquez por su elevada contaminación con Coliformes Totales y Escherichia coli.
- Ambos suministros de agua potable; superficial y subterránea se encuentran con niveles altos de contaminación biológica, debido a una disposición inadecuada de los desechos y desperdicios humanos y animales o a los inadecuados sistemas de tratamiento del agua.

j. RECOMENDACIONES

- Es necesario que las Municipalidades y empresas proveedores de agua trabajen sistemáticamente para evaluar cada fuente de agua potable e identificar fuentes potenciales de contaminantes. Este proceso ayudará a las comunidades a proteger sus abastecimientos de agua potable contra la contaminación y a mantener la calidad del agua.
- Establecer programas de protección de los sistemas de agua subterránea en áreas áreas inmediatas a los pozos de agua potable para evitar que la disposición inadecuada de desperdicios contaminen sus pozos.

- Tratar de establecer fuentes de protección de los sistemas de agua superficial, protegiendo la cuenca de agua alrededor de su embalse para evitar contaminación.
- Realizar procedimientos de tratamiento de agua potable para consumo humano como purificación por sedimentación, purificación por filtración, purificación por desinfección y cloración; según el tipo de fuente de donde sea obtenida.
- Realizar un monitoreo constante de los suministros de agua potable para realizar las acciones correctivas pertinente, con el objetivo de recuperar los recursos hídricos del país.
- Establecer un sistema de vigilancia y el control de la calidad de las aguas con el fin de hacer cumplir las normativas de agua potable.

K. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Lenntech. 2006. Agua residual & purificación del aire. Holding B.V. Rotterdamseweg 402 M2629 HH Delft, Holanda) HH Delft, Holanda).
2. Potablewater 2006. España. [http: potablewater.iespana.es](http://potablewater.iespana.es)
3. IBNORCA. Norma Boliviana. NB 512. Calidad de agua potable para consumo humano.
4. Posada, E. Factores que inciden en la no utilización de 24 dosificadores de cloro en los sistemas rurales de abastecimiento de agua. Departamentos de Jutiapa y Jalapa, Guatemala. Maestría en recursos hidráulicos, opción calidad del agua (*magister scientificae*). Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos (ERIS). Guatemala, 2002.
5. Spillman, T. *et. al.* Evaluación de los recursos de agua en Guatemala. Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos de América. Distrito de Mobile y Centro de Ingeniería Topográfica. 2000.
6. Guzmán, N. Servicios de Agua potable y Drenajes en Guatemala 1944-2002. Centro de Estudios Urbanos y Regionales (CEUR). Guatemala, 2003.
7. El Diario, Nueva York. “Guatemala: expertos alertan que el agua dejaría de ser potable en 5 años”. Junio 24, 2005.
8. Donis, J. Importancia de la calidad Físicoquímica y Microbiológica del agua potable del municipio de Nueva Santa Rosa. Dirección General de Investigación (DIGI). Universidad San Carlos de Guatemala. Guatemala 2008.
9. Torres, J. Análisis de la Calidad Físicoquímica y Microbiológica del agua del Rio Motagua en diez puntos de muestreo ubicados en su cauce principal”. Dirección General de Investigación (DIGI). Universidad San Carlos de Guatemala. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. Guatemala. 2008.
10. Organización Panamericana de la Salud (OPS) y Organización Mundial de la Salud (OMS). Guías de Calidad del agua para consumo humano. 1995.

11. Dirección de Regulación de los Programas de Salud y Ambiente (DRPS).
Norma Guatemalteca Obligatoria. Agua potable. COGUANOR. NGO.
29.001.98. Guatemala. 2003.
12. AOAC 17ed. Método Oficial 991.15 cap. 17. 306. Pág. 25.

VI. ANEXOS

1. Producción de Medios de Cultivo

Tabla No.1 Toma de pH de agua desmineralizada

No. lote	Enero		No. lote	Febrero	
	lote	pH		lote	pH
A	1	5.81	D	1	5.76
	2	6.09		2	5.80
	3	6.14		3	6.07
	4	6.54		4	6.27
	5	6.27		5	5.89
B	1	5.64		6	6.24
	2	5.72	7	6.12	
	3	6.25	8	5.90	
	4	6.15	9	6.08	
	5	6.06	F	1	5.33
				2	6.11
				3	6.18
				4	5.98
				5	7.02
				6	6.20
2	5.72				
3	5.99				
4	6.07				
5	5.72				
6	6.25				
			H	1	5.70
				2	5.43
				3	5.58
				4	5.85
				5	6.33
				6	5.98
				7	6.02
				8	6.13
				9	6.12
				10	6.20

Fuente: Datos experimentales

Tabla No.2 Control de esterilidad de reactivos y soluciones

Mes	Medio/ solución	Lote	Resultado
Enero	Agua peptonada	22.01.02 MMC	Medio estéril, Negativo para contaminación bacteriana
	Solución salina	26.01.03 EH	Medio estéril, negativo para contaminación bacteriana
	Buffer	27.01.02 NCC	Medio estéril, negativo para contaminación bacteriana
	Buffer	29.01.01 SSM	Medio estéril, negativo para contaminación bacteriana
	Buffer	29.01.01 EH	Medio estéril, negativo para contaminación bacteriana
Febrero	Solución salina	04.02.01 NCC	Medio estéril, negativo para contaminación bacteriana.
	Agua peptonada	11.02.01 NCC	Medio estéril, negativo para contaminación bacteriana.
	Agua estéril	10.02.01 SSM	Medio estéril, negativo para contaminación bacteriana.
	Buffer	08.02.03 MMC	Medio estéril, negativo para contaminación bacteriana.
	Solución salina	16.02.01 NCC	Medio estéril, negativo para contaminación bacteriana.
	Buffer	-----	Medio estéril, negativo para contaminación bacteriana.

Fuente: Datos experimentales

Tabla No.3 Control de calidad de medios de cultivo ya preparados

Enero					Febrero				
Medio de cultivo	Lote	Vol. (ml) grosor (mm)	Cantidad estéril	pH	Medio de cultivo	Lote	Vol. (ml) o grosor (mm)	Cantidad estéril	pH
Mueller-Hinton	14.01.01SSM	3.5	2	--	Caldo BHI	29.01.01 LAT	9.2	2	--
PCA	14.01.02SSM	3.9	2	--	A. buferada	29.01.01 SSM	9.2	2	--
PDA	15.01.02EH	5.1	2	--	Buffer	29.01.01 EH	1000	2	--
Mueller-Hinton	15.01.01EH	4.1	2	--	CLS	29.01.01 MMC	1000	2	--
Mueller-Hinton	15.01.01SSM	3.9	2	--	CTS	29.01.02 JCM	1	2	--
PALCAM	18.01.01MMC	3.8	2	--	C. Bolton	29.01.01 JCM	10-1	2	--
TSA	18.01.01SSM	3.8	2	--	AN	01.02.02MMC	3.8	2	7.39
LIA	19.01.01LAT	3.5	2	6.65	LSD	01.02.01MMC	10.2	2	6.97
MacConkey	19.01.02 LAT	3.9	2	7.25	LSS	01.02.01 EH	9.5	2	7.05
Dulcitol	19.01.03 LAT	5	2	6.95	PDA	01.02.02 AP	3.4	2	3.55
Agar Sangre	19.01.01 NCC	3.9	2	7.32	VRB+glucosa	02.02.01SSM	60	--	7.57
TSI	19.01.02 NCC	3.5	2	7.39	Caldo BHI	02.02.01 JCM	80	2	7.58
Ornitina	19.01.03 NCC	5	2	6.27	PDA	02.02.01 LAT	350	2	5.66
Lisina	19.01.04 NCC	5	2	6.25	TSA	02.02.02 NCC	250	2	7.40
PCA	19.01.01MMC	3.9	2	7.02	A. peptonada	02.02.01 EH	9.3	2	9.33
Gard	19.01.02MMC	3	2	7.11	TSA	04.02.01 JCM	10	2	7.55
Citrato	19.01.03MMC	3.5	2	6.83	TSA	04.02.02 EH	3.8	2	7.35
C. flagelar	19.01.04MMC	5	2	7.22	Buffer	04.02.01 EH	9.4	2	6.72
Urea	19.01.01 EH	3.5	2	6.49	Sol. Neutralizante	04.02.01 SSM	9	2	7.16
MIO	19.01.02 EH	4	2	6.41	Sol. Salina	04.02.01 NCC	10	2	--
TSC	19.01.03 EH	1	2	7.31	α-naftol	04.02.01 LAT	--	--	--
TSA	20.01.02SSM	3.7	2	7.30	AN	04.02.01 MMC	3.7	2	7.51
TSA	20.01.01SSM	3.8	2	7.30	Agua estéril	10.02.01SSM	1000	2	--
PDA	20.01.01 EH	3.9	2	3.33	Caldo bolton	10.02.01 JCM	500	2	--
PDA	20.01.01 NCC	3.9	2	3.36	BHI	10.02.01 EH	5	2	--
TSC + tween	20.01.01MMC	9.3	2	7.30	PCA	10.02.01 MMC	110	2	--
AN	21.01.04MMC	3.7	2	7.33	AN	15.02.01 JMD	3.8	2	--
H ₂ O estéril	21.01.03MMC	5	2	5.46	Baird Parker	15.02.02 SSM	3.7	2	--
Sol. Salina	21.01.02MMC	4.8	2	5.50	Baird Parker	15.02.01 SSM	3.7	2	--
AN	21.01.01MMC	3.8	2	7.32	VRB+glucosa	15.02.03 EH	--	--	--
BHI + levadura	21.01.03SSM	3.9	2	7.27	Baird Parker	15.02.02 EH	3.7	2	--
BHI + NaCl	21.01.02SSM	5	2	7.06	Baird Parker	15.02.01 EH	3.8	2	--
BHI	21.01.01SSM	4.9	2	7.42	PALCAM	16.02.03 NCC	4	2	--
Sol. Salina	21.01.01 EH	--	--	--	Sol. Salina	16.02.02 NCC	5	2	--
Formaldehido	21.01.01 EH	--	--	--	Bilis esculina	16.02.01 NCC	3.5	2	--
TSA + NaCl	21.01.03 EH	9.5	2	7.45	PDA	16.02.02 AP	4	2	--
TSA+ levadura	21.01.02 EH	9.5	2	7.11	PDA	16.02.01 AP	3.9	2	--
TSA	21.01.01 EH	9.5	2	7.25	AN	16.02.05 EH	3.8	2	--
AN	21.01.01 LAT	3.8	2	7.35	AN	16.02.04 EH	3.8	2	--
A. chocolate	21.01.01NCC	3.9	2	7.24	Agar sangre	16.02.01 LAT	5	2	--
LSS	21.01.02LAT	9	2	7.06	Ornitina	16.02.03 EH	5	2	--
LSS	21.01.01 AP	9	2	6.96	Arginina	16.02.02 EH	5	2	--
PDA	22.01.02 EH	3.8	2	5.52	Lisina	16.02.01 EH	5	2	--
TSA	22.01.01 EH	3.8	2	7.31	XLD	16.02.02 JMD	3.8	2	--
EC	22.01.01SSM	9	2	6.92	XLD	16.02.01 JMD	3.8	2	--
Gard	22.01.01LAT	4	2	7.03	Buffer	16.02.02 LAT	9.3	2	--
Urea	22.01.03MMC	3.5	2	6.99	SS	16.02.02 MMC	3.7	2	--
A. peptonada	22.01.02MMC	9	2	6.65	SS	16.02.01 MMC	3.5	2	--
PALCAM	22.01.01MMC	3.5	2	7.22	CLS	17.02.01 SSM	1000	2	--
Caldo Listeria	25.01.01MMC	--	2	7.30	PCA	17.02.02 SSM	100	2	--
CLS	25.01.01SSM	--	2	6.95	MR-VP	17.02.01 MMC	4.9	2	--
Sol salina	26.01.03 EH	300-500	Lote	--	TSC+glicerol	17.02.01 JMC	1	2	--
AN	26.01.02 EH	3.9	2	--	Antibiótico 11	17.02.01 EH	1.8	2	--
VRB +glucosa	26.01.04 EH	250	2	--	Antibiótico 11	17.02.02 EH	3.9	2	--
C. flagelar	26.01.03SSM	5	2	--	Bilis esculina	17.02.02 NCC	3.5	2	--
TSA	26.01.02SSM	900	2	--	A. dextrosa	18.02.01 AP	3.9	2	7.09
PDA	26.01.01SSM	3.9	2	--	AN+glucosa	18.02.02 AP	3.9	2	7
Baird Parker	26.01.02MMC	3.8	2	--	Buffer	18.02.01 MMC	1000	2	6.68

Fuente: Datos experimentales

Enero					Febrero				
Medio de cultivo	Lote	Volumen (ml) o grosor (mm)	Cantidad estéril	pH	Medio de cultivo	Lote	Volumen o grosor	Cantidad estéril	pH
Baird Parker	26.01.01MMC	3.8	2	--	A. levadura peptona glucosa	18.02.01 AP	3.9	2	--
TSA	26.01.02NCC	600	2	--	PCA	18.02.01 JMD	3.9	2	7.05
CML + tween	26.01.01NCC	9.2	2	--	PCA	18.02.01 EH	3.9	2	7.23
TSC + tween	26.01.02 LAT	8.8	2	--	NCP- 88	18.02.02 LAT	3.8	2	7.12
PCA	26.01.01 LAT	400	2	--	YGM	18.02.01 LAT	3.9	2	6.67
PALCAM	27.01.02MMC	3.9	2	--	Agua buffer	19.02.01 NCC	1000	--	7.33
PALCAM	27.01.01MMC	3.9	2	--	Caldo YM	19.01.01 JMC	9.1	--	5.96
PCA	27.01.02 LAT	400	2	--	Agar CCDA	22.02.02 JCM	3.8	2	7.37
SS	27.01.01 LAT	3.9	2	--	Caldo Bolton	22.02.01 JCM	9	2	7.62
Buffer	27.01.02NCC	1000	2	--	Agua estéril	22.02.01 NCC	9	2	6.18
XLD	27.01.01NCC	3.9	2	--	Caldo BVB	22.02.02 JMD	9.1	2	7.23
Rapapport	27.01.02SSM	9.9	2	--	Agar BSA	22.02.01 JMD	3.8	2	7.71
BSA	27.01.01SMM	4	2	--	BHI	22.02.01 MMC	9.2	2	7.43
MIO	27.01.04 EH	3.5	2	--	Triptófano	22.02.02 EH	4.9	2	7.35
Citrato	27.01.03 EH	3.5	2	--	LSS	22.02.01 EH	9.1	2	6.94
LIA	27.01.02 EH	3.5	2	--	Caldo EC	22.02.02 EH	9.1	2	6.87
TSI	27.01.01 EH	3.5	2	--	Buffer	22.02.01 SSM	1000	2	7.04
Baird Parker	28.01.02 EH	4	2	--	BHI+levadura	22.02.02 LAT	4.9	2	7.14
Baird Parker	28.01.01 EH	4	2	--	BHI+ NaCl	22.02.03 LAT	4.8	2	7.21
CCDA	28.01.01 JCM	4	2	--	BHI	22.02.01 LAT	4.9	2	7.44
Caldo BHI	29.01.01 LAT	4.9	2	--	CLS	23.02.01 NCC	1000	2	7.01
A. buferada	29.01.01 SSM	9.3	2	--	Caldo M	23.02.02 NCC	9.8	2	7.09
					Baird Parker	23.02.01 JMD	3.7	2	7.06
					Baird Parker	23.02.02 JMD	3.8	2	7.04
					Baird Parker	23.02.03 JMD	3.7	2	7.01
					Baird Parker	23.02.04 JMD	3.7	2	7.02
					APA	23.02.01 LAT	9.8	2	8.73
					BHI	23.02.02 LAT	100	2	7.46
					Agar YM	23.02.01 SSM	9.8	2	5.37
					Antibiótico 11	23.02.02 SSM	4	2	6.29
					Antibiótico 11	23.02.02 EH	3.7	2	8.09
					Antibiótico 11	23.02.01 EH	3.9	2	8.13
					Rapapport	23.02.03 LAT	3.9	2	8.15
					PDA	24.02.01 EH	3.9	2	--
					PDA	24.02.02 EH	3.9	2	--
					EMB	24.02.01 JMD	3.9	2	--
					LSS	24.02.01 MMC	9.1	2	--
					TSA+levadura	24.02.02 MMC	---	2	--
					TSA + NaCl	24.02.03 MMC	---	2	7.54
					TSA	23.02.01 MMC	---	2	7.22
					AN	24.02.01 SSM	4	2	7.19
					AN	24.02.02 SSM	4	2	7.54

Fuente: Datos experimentales

Tabla No.4 Control Microbiológico de ambientes de área de trabajo PMC

Mes	Fecha	Áreas de trabajo					
		AN			PDA		
		Aceptable	No aceptable	Área contaminada	Aceptable	No aceptable	Área contaminada
ENERO	12/01	X		1A	X		
	18/01	X		1A	X		
	25/01		X	3,7B,8,9B		X	1A,1B,2A,3,4A,4B,6A,6B,7A 7B,8,9A,9B,11, empapelado

Fuente: Datos experimentales

AN: Agar Nutritivo PDA: Potato Dextrosa Agar

Aceptable ≤ 10 UFC/caja

No aceptable >10 UFC/caja

2. Microbiología de alimentos

Tabla No.5 Control microbiológico de ambientes de área de trabajo y equipos

Mes	Fecha	Equipo						Áreas de trabajo					
		AN			PDA			AN			PDA		
		Aceptable	No aceptable	Equipo contaminado	Aceptable	No aceptable	Equipo contaminado	Aceptable	No aceptable	Área contaminada	Aceptable	No aceptable	Área contaminada
MARZO	08/03	X			X				X	4A,4B,5A,5B			
	10/03								X	4A,4B,6,7,9			
	12/03	X			X				X	4A,4B,5A,5B			
ABRIL	07/04								X	2,3,4A,4B			
	09/04	X			X		Refr-01	X		4B		X	Todas
	12/04	X			X			X		6,14		X	1,6,7
	20/04							X		1,4A,4B			
	23/04							X			X		
	26/04	X			X			X			X		
	27/04							X					
MAYO	03/05	X			X			X			X		
	07/05							X		5B,6,7			
	01/06							X		3			
JUNIO	04/06							X		5A,5B,7			
	07/06	X			X		Cafr-02	X			X		
	08/06							X		1,3			
	11/06							X		2,3,4A,4B,5A,5B,6			
	14/06	X			X			X		1,4A,8	X		
	15/06							X		4A,4B,5A			
	16/06							X		1,2,3,4A,4B,5B			
	18/06							X		1,3,4A,4B	X		
	21/06	X			X			X		2,3,4B,8	X		
	22/06							X		1,2,3,4A,4B,7			
JULIO	23/06							X		1,3,4A,4B			
	02/07							X		5B	X		1,3
	05/07	X			X			X		3			
	06/07							X					
	07/07							X		2,3,4A,4B			

Fuente: Datos experimentales

AN: Agar Nutritivo PDA: Potato Dextrosa Agar

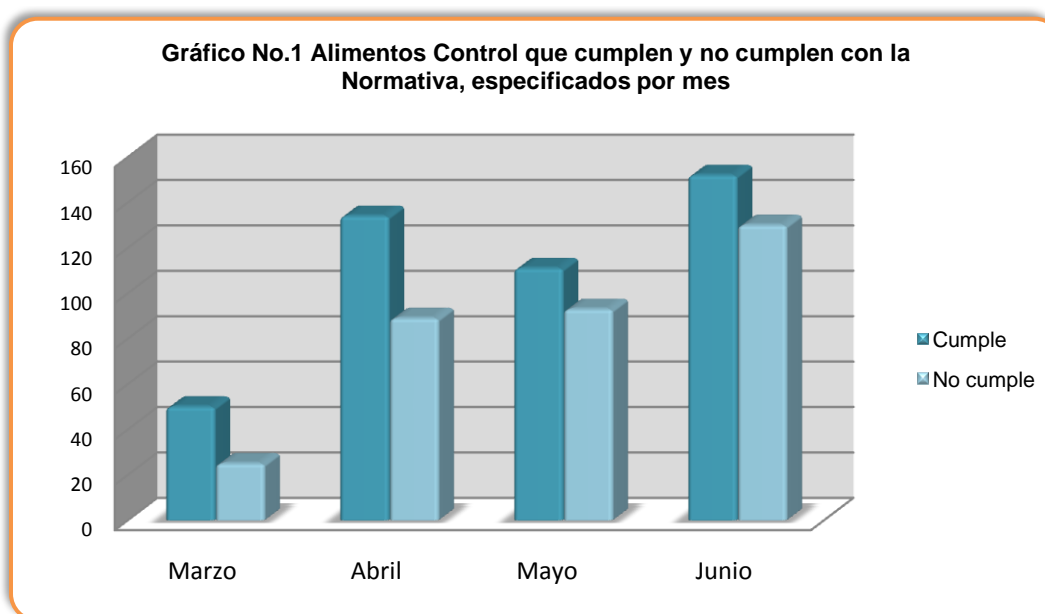
Aceptable ≤ 10 UFC/caja

No aceptable > 10 UFC/caja

Tabla No.6 Estadísticas de Análisis Alimentos Control en MIA durante el período de Marzo a Junio de 2010

Análisis	CONTROL				
	Mes				
	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	Total
Colilert	65	150	131	230	576
<i>Escherichia coli</i> Petrifilm	10	70	80	50	210
<i>Escherichia coli</i> O157:H7	0	0	0	0	0
<i>Listeria monocytogenes</i>	0	0	0	0	0
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	0	0	0	0	0
Recuento total de bacterias aerobias mesófilas	0	1	0	0	1
Recuento total de bacterias anaerobias	0	0	0	0	0
Recuento de Coliformes totales y <i>Escherichia coli</i> por Numero más Probable	0	1	0	0	1
<i>Salmonella spp.</i>	2	4	0	1	7
<i>S. aureus</i> Petrifilm	4	29	30	24	87
Enterobacterias	0	0	0	0	0
Recuento total de hongos y levaduras	0	0	0	0	0
Recuento de Coliformes fecales	0	1	14	0	15
<i>Vibrio parahaemolyticus.</i>	0	0	0	0	0
TOTAL de análisis	81	256	255	305	897
MUESTRAS					
Cumple	50	134	111	152	447
No Cumple	25	89	93	130	337
TOTAL de muestras	75	223	204	282	784

Fuente: datos experimentales



Fuente: datos experimentales

Tabla No.7 Porcentaje de estadísticas de análisis de alimentos control realizados por el EPS durante el período de Marzo a Junio de 2010

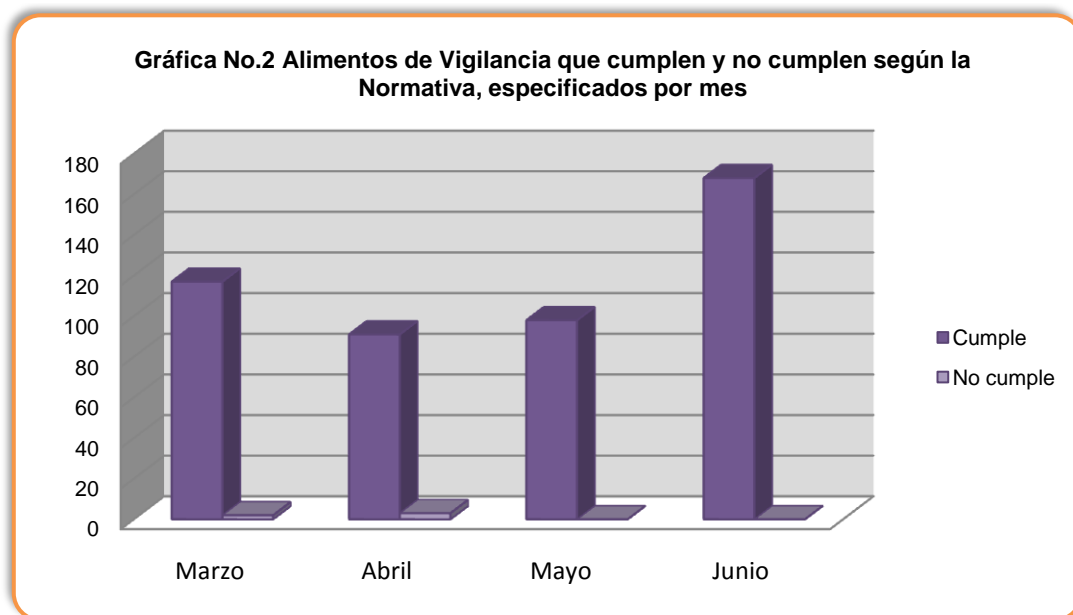
Análisis	CONTROL				
	Mes				
	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	Total
Colilert	19	57	13	204	293
<i>Escherichia coli</i> Petrifilm	0	34	0	50	84
Recuento total de bacterias aerobias mesófilas	0	0	0	0	0
Recuento de Coliformes totales y <i>Escherichia coli</i> por Numero más Probable	0	0	0	0	0
<i>Salmonella spp.</i>	0	0	0	1	1
<i>S. aureus</i> Petrifilm	0	14	0	24	38
TOTAL de análisis	19	105	13	279	416

Fuente: datos experimentales

Tabla No.8 Estadísticas de Análisis Alimentos de Vigilancia en MIA durante el período de Marzo a Junio de 2010

Análisis	VIGILANCIA				
	Mes				
	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	Total
Colilert	7	0	0	0	7
<i>Escherichia coli</i> Petrifilm	8	13	40	43	104
<i>Escherichia coli</i> O157:H7	1	0	0	0	1
<i>Listeria monocytogenes</i>	8	0	0	0	8
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	7	0	0	0	7
Recuento total de bacterias aerobias mesófilas	9	0	0	7	16
Recuento total de bacterias anaerobias	6	0	0	13	19
Recuento de Coliformes totales y <i>Escherichia coli</i> por Numero más Probable	89	64	40	79	272
<i>Salmonella spp.</i>	76	20	9	54	159
<i>S. aureus</i> Petrifilm	32	28	19	26	105
Enterobacterias	0	0	0	26	26
Recuento total de hongos y levaduras	0	0	0	43	43
Recuento de Coliformes fecales	0	0	0	0	0
<i>Vibrio parahaemolyticus.</i>	0	0	0	0	0
TOTAL de análisis	243	125	108	291	767
MUESTRAS					
Cumple	117	91	98	168	474
No Cumple	2	3	0	0	5
TOTAL de muestras	119	94	98	168	479

Fuente: datos experimentales



Fuente: datos experimentales

Tabla No.9 Porcentaje de Estadísticas de Análisis de Alimentos de Vigilancia realizados por el EPS durante el período de Marzo a Junio de 2010

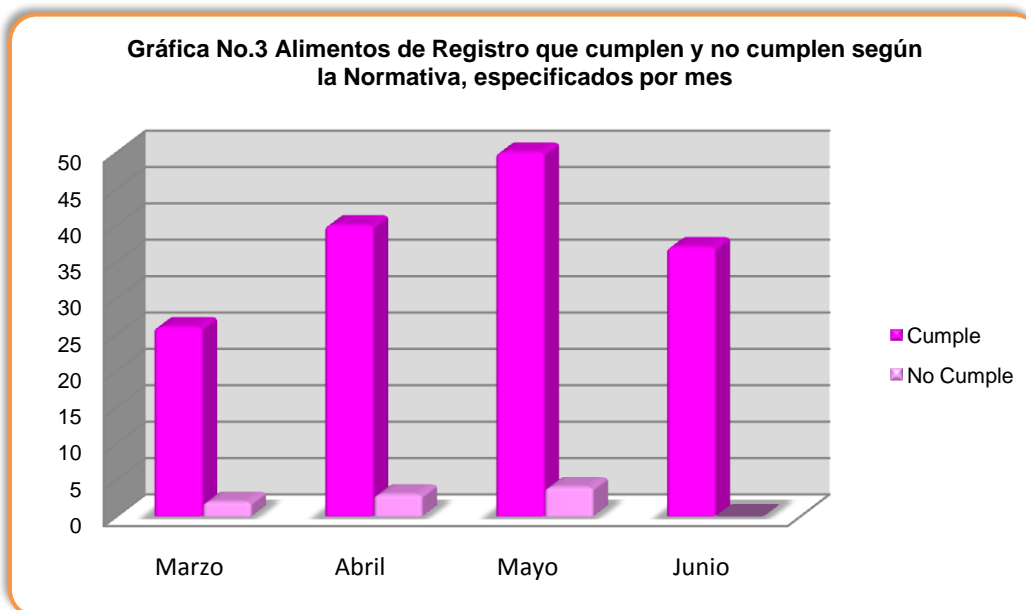
Análisis	VIGILANCIA				
	Mes				
	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	Total
Colilert	0	0	2	0	2
<i>Escherichia coli</i> Petrifilm	0	0	1	0	1
<i>Escherichia coli</i> O157:H7	0	0	0	0	0
<i>Listeria monocytogenes</i>	0	0	1	0	1
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	0	0	2	0	2
Recuento total de bacterias aerobias mesófilas	0	0	0	0	0
Recuento total de bacterias anaerobias	0	0	0	0	0
Recuento de Coliformes totales y <i>Escherichia coli</i> por Numero más Probable	0	0	4	0	4
<i>Salmonella spp.</i>	0	0	6	0	6
<i>S. aureus</i> Petrifilm	0	0	1	0	1
Enterobacterias	0	0	0	0	0
Recuento total de hongos y levaduras	0	0	0	0	0
Recuento de Coliformes fecales	0	0	0	0	0
<i>Vibrio parahaemolyticus</i> .	0	0	0	0	0
TOTAL de análisis	0	0	17	0	17
	MUESTRAS				
Cumple	0	0	8	0	8
No Cumple	0	0	0	0	0
TOTAL de muestras	0	0	8	0	8

Fuente: datos experimentales

Tabla No.10 Estadísticas de Análisis Alimentos de Registro en MIA durante el período de Marzo a Junio de 2010

Análisis	REGISTRO				
	Mes				
	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	Total
Colilert	3	3	4	3	13
<i>Escherichia coli</i> Petrifilm	4	17	25	23	69
<i>Escherichia coli</i> O157:H7	0	0	0	0	0
<i>Listeria monocytogenes</i>	13	21	13	18	65
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	3	3	3	3	12
Recuento total de bacterias aerobias mesófilas	1	2	6	1	10
Recuento total de bacterias anaerobias	0	0	1	1	2
Recuento de Coliformes totales y <i>Escherichia coli</i> por Numero más Probable	18	13	11	8	50
<i>Salmonella spp.</i>	29	30	23	21	103
<i>S. aureus</i> Petrifilm	0	27	19	21	67
Enterobacterias	0	3	0	0	3
Recuento total de hongos y levaduras	1	4	2	0	7
Recuento de Coliformes fecales	0	0	0	0	0
<i>Vibrio parahaemolyticus</i> .	0	0	0	0	0
TOTAL de análisis	72	123	107	99	401
MUESTRAS					
Cumple	26	40	50	37	153
No Cumple	2	3	4	0	9
TOTAL de muestras	28	43	54	37	162

Fuente: datos experimentales



Fuente: datos experimentales

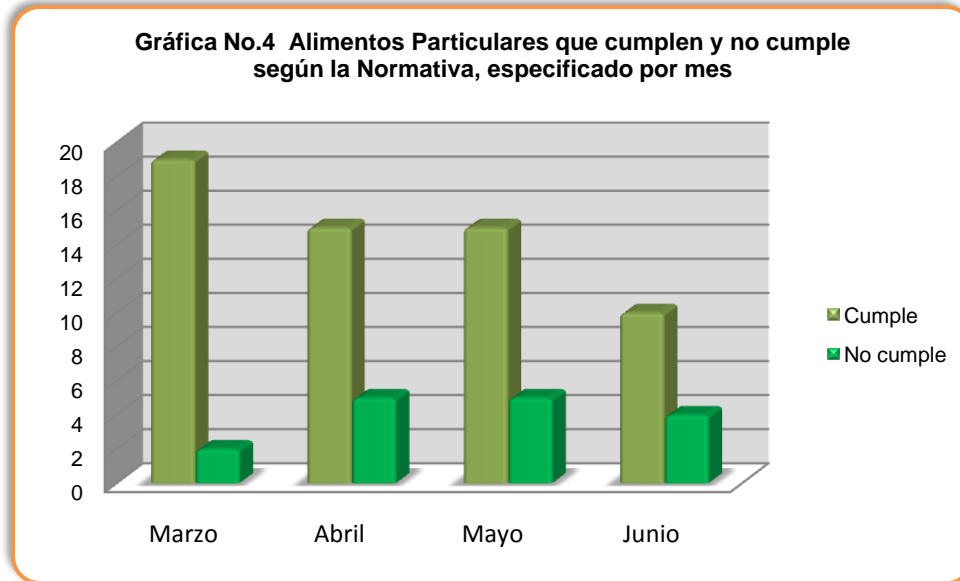
Tabla No.11 Porcentaje de Estadísticas de Análisis de Alimentos de Registro realizados por el EPS durante el período de Marzo a Junio de 2010

Análisis	REGISTRO				
	Mes				
	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	Total
Colilert	0	0	0	0	0
<i>Escherichia coli</i> Petrifilm	0	0	1	0	1
<i>Escherichia coli</i> O157:H7	0	0	0	0	0
<i>Listeria monocytogenes</i>	0	0	2	0	2
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	0	0	1	0	1
Recuento total de bacterias aerobias mesófilas	0	0	1	0	1
Recuento total de bacterias anaerobias	0	0	1	0	1
Recuento de Coliformes totales y <i>Escherichia coli</i> por Numero más Probable	0	0	0	0	0
<i>Salmonella spp.</i>	0	0	2	0	2
<i>S. aureus</i> Petrifilm	0	0	2	0	2
Enterobacterias	0	0	0	0	0
Recuento total de hongos y levaduras	0	0	0	0	0
Recuento de Coliformes fecales	0	0	0	0	0
<i>Vibrio parahaemolyticus.</i>	0	0	0	0	0
TOTAL de análisis	0	0	10	0	0
MUESTRAS					
Cumple	0	0	5	0	5
No Cumple	0	0	0	0	0
TOTAL de muestras	0	0	5	0	5

Fuente: datos experimentales

Tabla No.12 Estadísticas de Análisis Alimentos Particulares en MIA durante el período de Marzo a Junio de 2010

Análisis	PARTICULARES				
	Mes				
	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	Total
Colilert	6	6	6	2	20
<i>Escherichia coli</i> Petrifilm	0	5	3	0	8
<i>Escherichia coli</i> O157:H7	0	0	0	0	0
<i>Listeria monocytogenes</i>	9	8	12	10	39
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	0	0	0	0	0
Recuento total de bacterias aerobias mesófilas	7	12	8	8	35
Recuento total de bacterias anaerobias	0	0	0	0	0
Recuento de Coliformes totales y <i>Escherichia coli</i> por Numero más Probable	13	7	5	10	35
<i>Salmonella spp.</i>	11	6	9	10	36
<i>S. aureus</i> Petrifilm	11	8	8	8	35
Enterobacterias	0	0	0	0	0
Recuento total de hongos y levaduras	0	0	0	0	0
Recuento de Coliformes fecales	0	2	0	3	5
<i>Vibrio parahaemolyticus.</i>	0	0	2	2	4
TOTAL de análisis	57	54	53	53	217
MUESTRAS					
Cumple	19	15	15	10	59
No Cumple	2	5	5	4	16
TOTAL de muestras	21	20	20	14	75



Fuente: datos experimentales

Tabla No.13 Porcentaje de Estadísticas de Análisis de Alimentos Particulares realizados por el EPS durante el período de Marzo a Junio de 2010

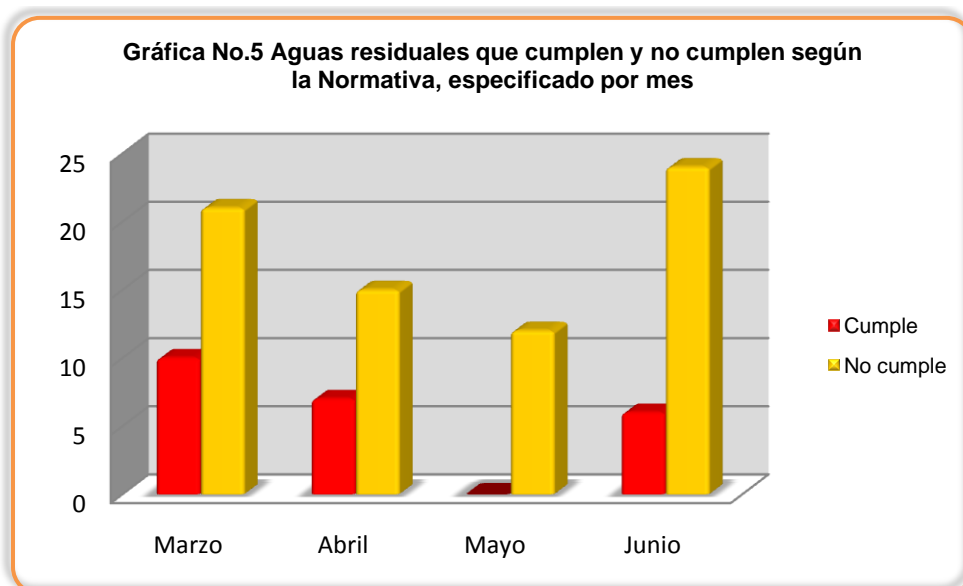
Análisis	PARTICULARES				
	Mes				Total
	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	
Colilert	0	0	1	0	1
<i>Escherichia coli</i> Petrifilm	0	0	0	0	0
<i>Escherichia coli</i> O157:H7	0	0	0	0	0
<i>Listeria monocytogenes</i>	0	0	1	0	1
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	0	0	0	0	0
Recuento total de bacterias aerobias mesófilas	0	0	0	0	0
Recuento total de bacterias anaerobias	0	0	0	0	0
Recuento de Coliformes totales y <i>Escherichia coli</i> por Numero más Probable	0	0	0	0	0
<i>Salmonella spp.</i>	0	0	1	0	1
<i>S. aureus</i> Petrifilm	0	0	0	0	0
Enterobacterias	0	0	0	0	0
Recuento total de hongos y levaduras	0	0	0	0	0
Recuento de Coliformes fecales	0	0	0	0	0
<i>Vibrio parahaemolyticus</i> .	0	0	0	0	0
TOTAL de análisis	0	0	3	0	3
MUESTRAS					
Cumple	0	0	3	0	3
No Cumple	0	0	0	0	0
TOTAL de muestras	0	0	3	0	3

Fuente: datos experimentales

Tabla No.14 Estadísticas de Análisis de Aguas Residuales en MIA durante el período de Marzo a Junio de 2010

Análisis	RESIDUALES				
	Mes				
	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	Total
Colilert	0	0	0	0	0
<i>Escherichia coli</i> Petrifilm	0	0	0	0	0
<i>Escherichia coli</i> O157:H7	0	0	0	0	0
<i>Listeria monocytogenes</i>	0	0	0	0	0
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	0	0	0	0	0
Recuento total de bacterias aerobias mesófilas	0	0	0	0	0
Recuento total de bacterias anaerobias	0	0	0	0	0
Recuento de Coliformes totales y <i>Escherichia coli</i> por Numero más Probable	0	4	0	0	4
<i>Salmonella spp.</i>	0	0	0	0	0
<i>S. aureus</i> Petrifilm	0	0	0	0	0
Enterobacterias	0	0	0	0	0
Recuento total de hongos y levaduras	0	0	0	0	0
Recuento de Coliformes fecales	31	18	12	30	91
<i>Vibrio parahaemolyticus</i> .	0	0	0	0	0
TOTAL de análisis	31	22	12	30	95
MUESTRAS					
Cumple	10	7	0	6	23
No Cumple	21	15	12	24	72
TOTAL de muestras	31	22	12	30	95

Fuente: datos experimentales



Fuente: datos experimentales

Tabla No.15 Porcentaje de Estadísticas de Análisis de Aguas Residuales realizados por el EPS durante el período de Marzo a Junio de 2010

Análisis	RESIDUALES				
	Mes				
	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	Total
Colilert	0	0	0	0	0
<i>Escherichia coli</i> Petrifilm	0	0	0	0	0
<i>Escherichia coli</i> O157:H7	0	0	0	0	0
<i>Listeria monocytogenes</i>	0	0	0	0	0
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	0	0	0	0	0
Recuento total de bacterias aerobias mesófilas	0	0	0	0	0
Recuento total de bacterias anaerobias	0	0	0	0	0
Recuento de Coliformes totales y <i>Escherichia coli</i> por Numero más Probable	0	0	0	0	0
<i>Salmonella spp.</i>	0	0	0	0	0
<i>S. aureus</i> Petrifilm	0	0	0	0	0
Enterobacterias	0	0	0	0	0
Recuento total de hongos y levaduras	0	0	0	0	0
Recuento de Coliformes fecales	0	3	6	0	0
<i>Vibrio parahaemolyticus</i> .	0	0	0	0	0
TOTAL de análisis	0	3	6	0	9
MUESTRAS					
Cumple	0	1	0	0	1
No Cumple	0	2	6	0	8
TOTAL de muestras	0	3	6	0	9

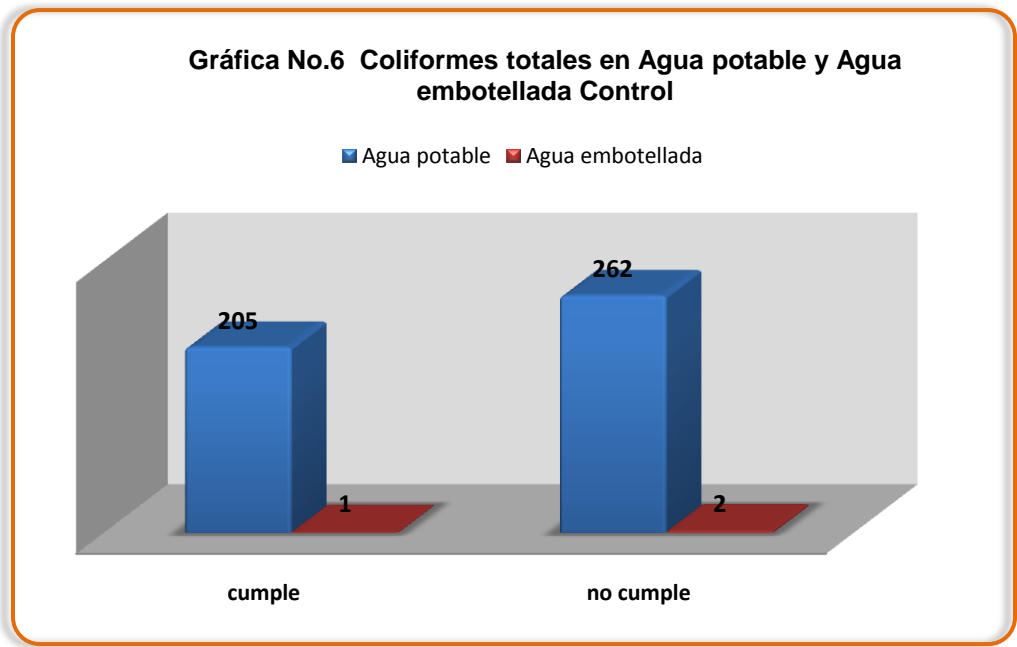
Fuente: datos experimentales

Tabla No.16 Frecuencia de Coliformes Totales y *Escherichia coli* en Agua Potable y Agua Embotellada Control durante octubre de 2009 a abril de 2010

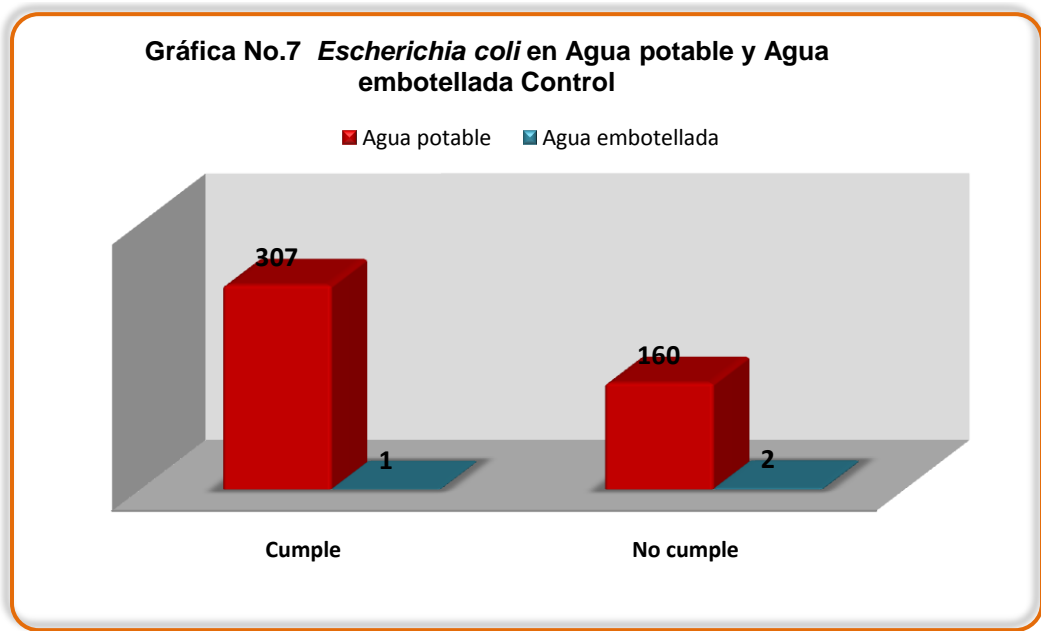
Tipo de muestra	Coliformes totales			Valor de referencia (NMP/100ml)*	<i>Escherichia coli</i>			Valor de referencia (NMP/100ml)*
	Frecuencia	Cumple ¹	No cumple		Frecuencia	Cumple	No cumple	
Agua potable	467	205	262	1.0	467	307	160	<1
Agua embotellada	3	1	2	<1	3	1	2	<1

¹Cumple o No cumple según referencia de la normativa Guatemalteca la Norma COGUANOR NGO 29.001.98.

*El valor de referencia se tomó de la Norma COGUANOR NGO 29.001.98.



Fuente: datos experimentales

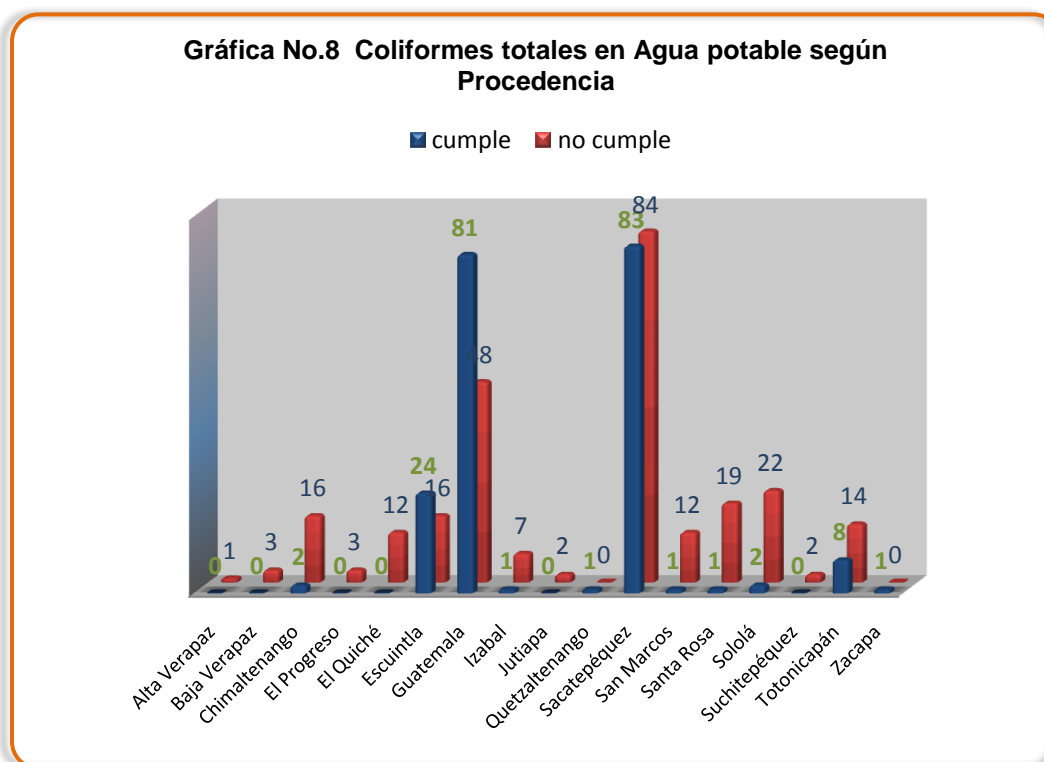


Fuente: datos experimentales

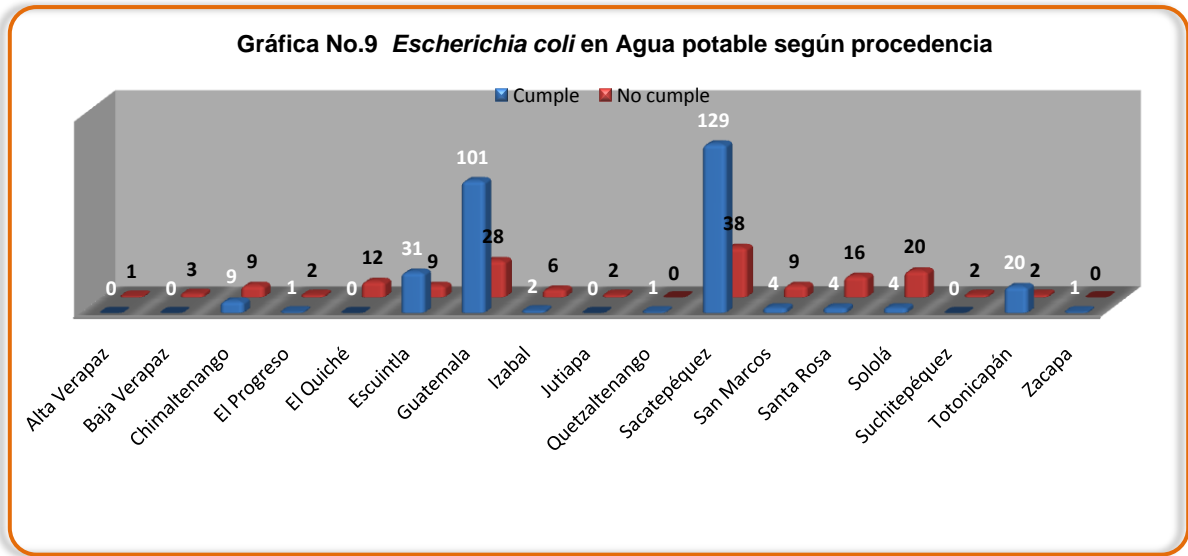
Tabla No.17 Frecuencia de Coliformes Totales y *Escherichia coli* en Agua Potable Control durante octubre de 2009 a abril de 2010, según Procedencia

Procedencia	Coliformes totales			Valor de referencia (NMP/100ml)*	<i>Escherichia coli</i>			Valor de referencia (NMP/100ml)*
	Frecuencia	Cumple ¹	No cumple		Frecuencia	Cumple	No cumple	
Alta Verapaz	1	0	1	1.0	1	0	1	<1
Baja Verapaz	3	0	3	1.0	3	0	3	<1
Chimaltenango	18	2	16	1.0	18	9	9	<1
El Progreso	3	0	3	1.0	3	1	2	<1
El Quiché	12	0	12	1.0	12	0	12	<1
Escuintla	40	24	16	1.0	40	31	9	<1
Guatemala	129	81	48	1.0	129	101	28	<1
Izabal	8	1	7	1.0	8	2	6	<1
Jutiapa	2	0	2	1.0	2	0	2	<1
Quetzaltenango	1	1	0	1.0	1	1	0	<1
Sacatepéquez	167	83	84	1.0	167	129	38	<1
San Marcos	13	1	12	1.0	13	4	9	<1
Santa Rosa	20	1	19	1.0	20	4	16	<1
Sololá	24	2	22	1.0	24	4	20	<1
Suchitepéquez	2	0	2	1.0	2	0	2	<1
Totonicapán	22	8	14	1.0	22	20	2	<1
Zacapa	1	1	0	1.0	1	1	0	<1

¹Cumple o No cumple según referencia de la normativa Guatemalteca la Norma COGUANOR NGO 29.001.98.
*El valor de referencia se tomó de la Norma COGUANOR NGO 29.001.98.



Fuente: datos experimentales

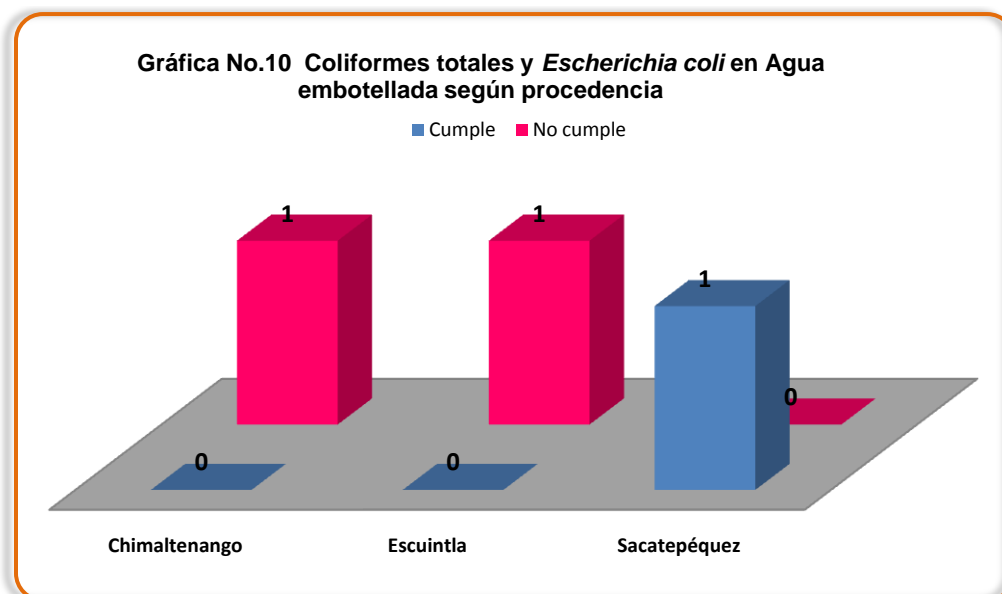


Fuente: datos experimentales

Tabla No.18 Frecuencia de Coliformes Totales y *Escherichia coli* en Agua Embotellada Control durante octubre de 2009 a abril de 2010, según Procedencia geográfica

Procedencia geográfica	Coliformes totales			Valor de referencia (NMP/100ml) *	<i>Escherichia coli</i>			Valor de referencia (NMP/100ml) *
	Frecuencia	Cumple ¹	No cumple		Frecuencia	Cumple	No cumple	
Chimaltenango	1	0	1	1.0	1	0	1	<1
Escuintla	1	0	1	1.0	1	0	1	<1
Sacatepéquez	1	1	0	1.0	1	1	0	<1

¹Cumple o No cumple según referencia de la normativa Guatemalteca la Norma COGUANOR NGO 29.001.98.
*El valor de referencia se tomó de la Norma COGUANOR NGO 29.001.98.



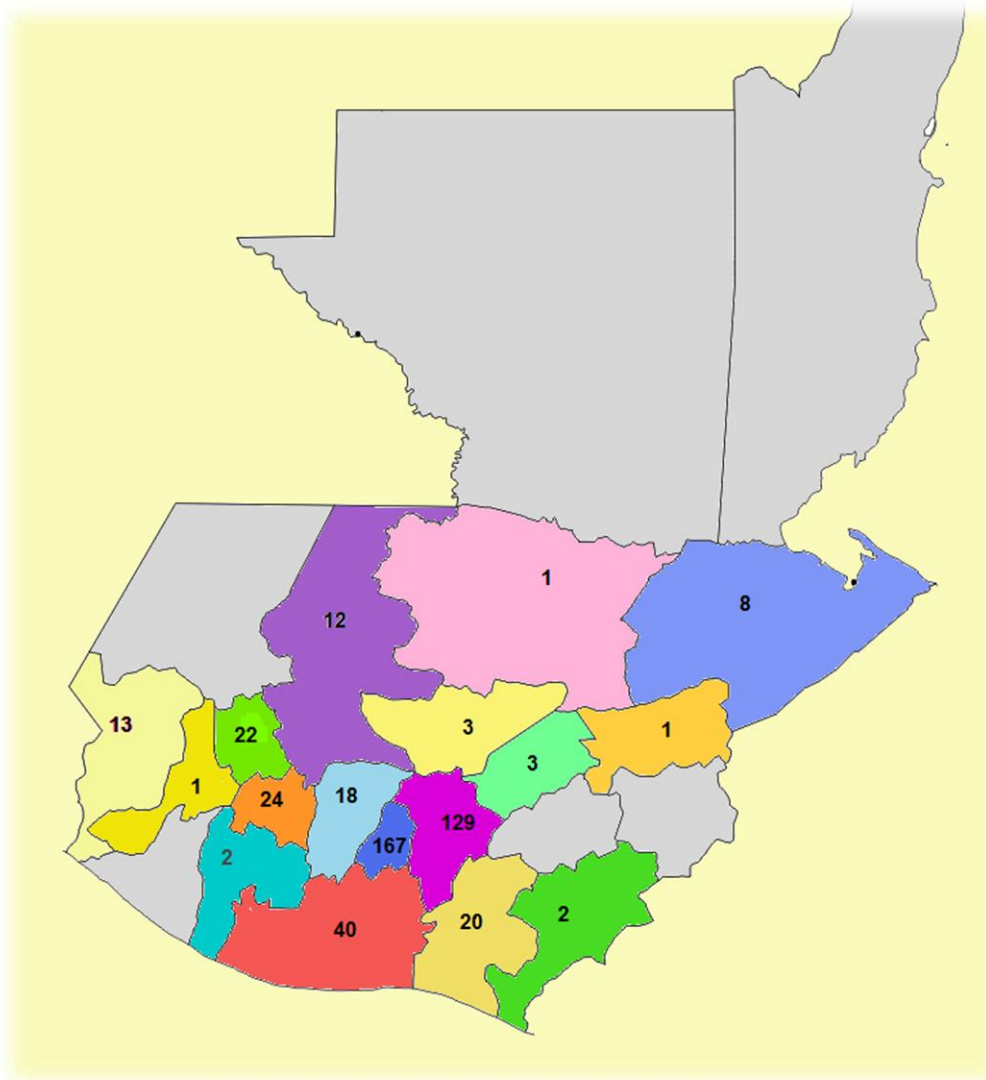
Fuente: datos experimentales

Tabla No. 19 Sitios de toma de muestra

Procedencia	Lugar de toma de muestra						
	Nacimiento/Río (%)	Pozo (%)	Tanque de distribución (%)	Chorro domiciliario (%)	Pila pública (%)	Bomba (%)	Otro* (%)
Alta Verapaz	0	0	100	0	0	0	0
Baja Verapaz	0	0	0	100	0	0	0
Chimaltenango	50	0	6	44	0	0	0
El Progreso	0	33	0	67	0	0	0
El Quiché	42	33	25	0	0	0	0
Escuintla	14	18	28	40	0	0	0
Guatemala	3	40	17	28	3	9	0
Izabal	37	0	13	25	25	0	0
Jutiapa	0	50	0	50	0	0	0
Quetzaltenango	0	0	0	100	0	0	0
Sacatepéquez	5	13	7	61	10	1	3
San Marcos	77	23	0	0	0	0	0
Santa Rosa	10	15	5	70	0	0	0
Sololá	38	0	4	42	0	0	16
Suchitepéquez	50	0	50	0	0	0	0
Totonicapán	82	18	0	0	0	0	0
Zacapa	0	0	100	0	0	0	0

Fuente: datos experimentales

Figura No.1 Mapa del departamento de Guatemala, incluyendo frecuencias de muestras por departamento.



En el estudio participaron 16 de los 23 departamentos de Guatemala, los departamentos sombreados de gris son los que no tuvieron participación en la investigación ya que no enviaron muestras para análisis microbiológico durante el período de Octubre de 2009 a Abril de 2010.

Nelly Cruz

Nelly Carmina Cruz Palencia
EPS- Química Biológica
Carne: 200418916

David Méndez

Vo. Bo.

Lic. David Antonio Méndez Pinto
Supervisor de EPS
Química Biológica

SUPERVISION
PROGRAMA EPS - QB