

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS Y FARMACIA**

**Determinación del contenido de coliformes fecales y *E. coli*  
en porciones de almuerzos que venden en cafeterías formales  
e informales de 10 Centros Regionales de la Universidad de  
San Carlos de Guatemala.**

**EDNA PATRICIA CASTILLO ANGEL**

**QUIMICA BIOLOGA**

**GUATEMALA, MAYO DE 2007**

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS Y FARMACIA**

**Determinación del contenido de coliformes fecales y *E. coli*  
en porciones de almuerzos que venden en cafeterías formales  
e informales de 10 Centros Regionales de la Universidad de  
San Carlos de Guatemala.**

Presentado por:  
EDNA PATRICIA CASTILLO ANGEL

Para optar al título de:  
QUIMICA BIOLOGA

GUATEMALA, MAYO DE 2007

## JUNTA DIRECTIVA

Oscar Cobar Pinto, Ph.D.	Decano
Lic. Pablo Ernesto Oliva Soto	Secretario
Licda. Lilian Raquel Irving Antillón	Vocal I
Licda. Liliana Vides de Urizar	Vocal II
Licda. Beatriz Eugenia Batres de Jiménez	Vocal III
Br. Angel Damián Reyes Valenzuela	Vocal IV
Br. Angel Jacobo Conde Pereira	Vocal V

## **ACTO QUE DEDICO**

A mi Padre Celestial y a Jesucristo por darme su amor, su guía para alcanzar mis metas y por permitirme llegar a la conclusión de mi carrera profesional.

A mis padres, Carlos Castillo y Oty Angel, por sus sábios consejos y por su gran amor.

A mis hermanas, Brenda, Susana, Fabiola y Sindy, por su cariño y amistad.

A mi sobrina con amor.

A mis abuelos Abel Castillo, Emilia Calderón, Manuel Angel y Ana de León por su sabiduría.

A la familia Angel Morales y Mazariegos Rodriguez por su apoyo incondicional.

A Wilber Barrios, por brindarme su amor, comprensión y amistad.

## AGRADECIMIENTOS

A la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia.

A mi asesora de tesis Licda. Brenda López de Quevedo por su guía profesional y apoyo.

A mis revisores, Licda. Rosario Hernández y Osberth Morales por su ayuda y conocimiento para el éxito de mi tesis.

## INDICE

I.RESUMEN	1
II.INTRODUCCION	3
III.ANTECEDENTES	4
A. Venta de alimentos en expendios formales e informales y su Importancia sanitaria	4
B. Enfermedades transmitidas por alimentos (ETA's)	5
1. Generalidades	5
2. Síntomas y manifestaciones	6
a) Infecciones	7
b) Intoxicaciones	7
c) Toxiinfecciones causadas por alimentos	8
3. Epidemiología	8
4. Prevención de las ETA's	12
a) Manipulación higiénica de alimentos	12
b) Higiene personal del manipulador de alimentos	14
c) Ubicación, diseño y construcción de cafeterías formales e informales	15
C. Principios de control microbiológico de los alimentos	16
1. Función del control microbiológico de los alimentos	16
2. Protocolo de toma de muestras	17
D. Organismos indicadores	18
1. Coliformes totales	18
2. Coliformes fecales	19
3. <i>Escherichia coli</i>	19
a) Aspectos generales	19
b) Síntomas y signos clínicos	20
c) Aislamiento e identificación	21
d) Transmisión y asociación con alimentos	22

E. Métodos de detección	23
1. Placas petrifilm	23
2. Placa para recuento de <i>E. coli</i> / coliformes	24
F. Estudios sanitarios realizados en la USAC	25
IV. JUSTIFICACIÓN	28
V. OBJETIVOS	29
VI. HIPÓTESIS	30
VII. MATERIALES Y METODOS	31
VIII. RESULTADOS	38
IX. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	43
X. CONCLUSIONES	47
XI. RECOMENDACIONES	48
XII. REFERENCIAS	49
XIII. ANEXOS	55

## I. RESUMEN

Las cafeterías formales e informales localizadas dentro de los Centros Regionales de la Universidad de San Carlos de Guatemala, distribuyen alimentos que pueden ser una fuerte potencialidad para la transmisión de enfermedades gastrointestinales debido a que son alimentos extensamente manipulados. Significa que existe un alto riesgo para la población universitaria que los consume.

El objetivo del presente estudio fue determinar el contenido de coliformes fecales y *E. coli* en porciones de almuerzos (carne, ensalada y pasta o arroz) que venden en dichas cafeterías. Para ello se realizó una auditoria de Buenas Practicas de Manufactura y un análisis microbiológico en un total de 30 porciones de almuerzo (3 porciones por Centro Regional).

Luego de tabular y analizar los resultados, se observó, con respecto a la auditoria realizada, un alto porcentaje de cafeterías con punteo deficiente (60 %) y la existencia de cafeterías con punteo inaceptable (10 %). Estos datos concuerdan con los resultados que se obtuvieron ya que en todas las cafeterías de los centros regionales existió contaminación fecal en por lo menos un tipo de alimento.

Se identificaron los Centros Regionales que en sus cafeterías presentaron contaminación fecal en los alimentos, además, se identificó qué tipo de alimento presentó mayor frecuencia de contaminación. En general, se observó que los alimentos crudos (ensaladas) presentan mayores índices de contaminación fecal, en comparación con los alimentos cocinados. Estos resultados se evaluaron de acuerdo a criterios o límites de aceptación (hasta 100 UFC/g de coliformes fecales y resultado menor de 100 UFC/g para *E. coli* por porción preparada) según la Norma Codex Alinorm CX/NEA 03/16, Dic. 2002.

El 40 % de las cafeterías evaluadas presentaron *E. coli* en por lo menos una muestra de carne, pasta o ensalada.

El 100% de las cafeterías evaluadas sobrepasan el límite para recuento de coliformes fecales en por lo menos una muestra de carne, pasta o ensalada.

Los resultados demostraron que la contaminación es debida a que la mayoría de las cafeterías de los Centros Universitarios no ofrecen espacios aptos y suficientes para la limpieza, lavado y desinfección de alimentos, además no todos tienen abastecimiento de agua potable, recipientes adecuados para los desechos, etc., por lo que no tienen las condiciones necesarias para expender alimentos, además los expendedores de dichas cafeterías no cuentan con buenas prácticas para elaborar los alimentos, por lo que es necesario que estas personas, junto a Unidad de Salud, conozcan el problema y de esta manera se busque implementar medidas para el control de la elaboración de los alimentos y así reducir el riesgo de contaminación alimentaria.

## II. INTRODUCCION

El ser humano tiene necesidades fisiológicas que deben ser satisfechas para permitir el desarrollo normal de su vida. Una de las necesidades prioritarias es la alimentación; que resulta importante para mantener las funciones vitales del ser humano (1).

Las enfermedades transmitidas por los alimentos (ETA's) son una de las principales causas de morbilidad y mortalidad en los países en vías de desarrollo. Además, el desarrollo económico y la globalización del mercado mundial, las alteraciones de los hábitos alimentarios con el auge de los alimentos industrializados y consumidos fuera de casa, y otros factores, han alterado el perfil epidemiológico de las ETA's, exponiendo a la población a diferentes tipos de contaminantes (2,3).

Los alimentos son afectados por la contaminación ambiental, así como prácticas inadecuadas de control de calidad y manipulación de alimentos. La posibilidad de controlar estos peligros o mantenerlos dentro de niveles aceptables para el consumidor, depende en gran parte de la capacidad de productores y autoridades encargadas de controlar los alimentos, para regular, prevenir o reducir al mínimo la ocurrencia de tales peligros (1,2).

En el campus central de la Universidad de San Carlos de Guatemala se han tomado varias iniciativas para el manejo, venta y distribución de alimentos con lo que se ha observado malas condiciones higiénicas para su preparación, lo que se puede relacionar con los problemas gastrointestinales en la población universitaria que consume dichos alimentos (4,5).

El presente estudio pretende determinar y cuantificar el grado de calidad higiénica de los almuerzos de cafeterías formales e informales de 10 Centros Regionales de la Universidad de San Carlos de Guatemala; a través del contenido de coliformes fecales y *E.coli* por el método de placas petrifilm, con el fin de establecer medidas correctivas para el beneficio de la salud de la población estudiantil de dichos Centros Regionales.

### III. ANTECEDENTES

#### A. Venta de alimentos en expendios formales e informales y su importancia sanitaria.

La venta de alimentos en expendios formales e informales en América Latina y El Caribe constituye un fenómeno que reviste gran importancia sociocultural, económica y sanitaria para la región. En los últimos diez años este tipo de venta ha aumentado debido a diversas causas socioeconómicas entre las que se pueden mencionar: el deterioro de las condiciones de vida en las áreas rurales; la migración rural-urbana; el proceso de urbanización intensiva; el proceso de ajuste y recesión económica que han provocado desempleo, deterioro en el poder adquisitivo de la población, desplazamiento de poblaciones a zonas alejadas de su sitio de trabajo y deterioro de los servicios de salud, educación y vivienda (2,6,7).

Las características de los puestos de venta, de los vendedores y también de la preparación de los alimentos en dichos expendios puede ofrecer un riesgo para la salud de la población si en la preparación de este tipo de alimentos no se usa agua potable, no se siguen prácticas mínimas de higiene y una adecuada manipulación (2,7).

Los productos expendidos en los puestos de venta se pueden clasificar de acuerdo a su riesgo epidemiológico en alimentos de alto riesgo (productos de origen animal, frutas y hortalizas que se consumen crudas; las cuales son sujetas a manipulación, además productos elaborados a base de hielo) y de bajo riesgo (preparados a base de harinas de cereales, arepas, tortillas, etc. sometidos a cocción; emparedados, hamburguesas, fritos y guisos a base de carne, pollo y pescado sometidos a cocción), situación que facilita la aplicación de medidas específicas de control (6,8,9).

En la ciudad capital de Guatemala, existen varios centros de inspección y capacitación para el control de cafeterías, comedores, y puestos de venta de alimentos instalados en mercados.

Dichas instituciones son las siguientes: los Centros de Salud de las Áreas de Salud Guatemala Norte y Guatemala Sur, el Departamento de Registro y Control de Alimentos (DRCA) y el Departamento de Saneamiento Ambiental de la Municipalidad de Guatemala. Estas organizaciones, con el apoyo de la OMS, realizaron en 1,994 un total de 845 inspecciones a restaurantes, comedores y cafeterías ubicados en todas las zonas (excepto las zonas 14, 15,16 y 17), encontrándose que de los 894 establecimientos, únicamente el 9 % de los mismos estaban en buenas condiciones sanitarias por lo que al resto fue necesario efectuarles recomendaciones correspondientes a dichas condiciones. También se encontró que más del 85% de los manipuladores y empleados no poseen ningún tipo de instrucción sanitaria (2,10).

## **B. Enfermedades transmitidas por alimentos**

### **1. Generalidades**

Los alimentos han sido relacionados con la transmisión de enfermedades desde la antigüedad, hoy día el hombre ha incrementado su preocupación para la prevención de las mismas ya que cada día el problema se extiende rápidamente en el mundo (11).

Los alimentos presentan siempre microorganismos en su superficie o en su interior. Estos microorganismos pueden ser, atendiendo a su origen, endógenos (ya presentes en el interior de las estructuras del alimento donde pueden provocar zoonosis, enfermedades animales no transmisibles al hombre y enfermedades vegetales no transmisibles al hombre) o exógenos (se incorporan al alimento durante su manipulación y procesado); y, atendiendo a su relación con el consumidor, pueden ser agentes patógenos o alterantes (saprófitos) (12).

Los agentes endógenos pueden ser inocuos (patógenos de plantas), o eliminados en mataderos (animales enfermos), o durante el procesado (pasteurización) (12).

En cualquier caso, los alimentos son una vía importante de transmisión de microorganismos que pueden causar una enfermedad, esta se conoce como Enfermedad Transmitida por Alimentos (ETA's, es la sigla tal como se le reconoce en los distintos ámbitos vinculados a la alimentación) la cual se origina por la ingestión de alimentos infectados con agentes contaminantes en cantidades suficientes para afectar la salud del consumidor (13).

Las ETA's han sido definidas por la Organización Mundial de la Salud (OMS) como "una enfermedad de carácter infeccioso o tóxico causada por, o que se cree que es causada por el consumo de alimentos y de agua contaminados" (3, 11,13).

## **2. Síntomas y manifestaciones**

Los síntomas de las ETA's varían –entre los diversos factores que pueden incidir- de acuerdo al tipo de contaminación, así como también según la cantidad del alimento contaminado consumido. Los signos más comunes son diarreas y vómitos, pero también se pueden presentar: dolores abdominales, dolor de cabeza, fiebre, síntomas neurológicos, visión doble, ojos hinchados, dificultades renales, etc. Además, ciertas enfermedades transmitidas por alimentos pueden llevar a una enfermedad de largo plazo. Por ejemplo, *Escherichia coli* O157:H7 puede provocar fallas en el riñón en niños y bebés, *Salmonella* sp puede provocar artritis y serias infecciones, y *Listeria monocytogenes* puede generar meningitis en niños ó bebés, o abortos en mujeres embarazadas (3, 11,13).

Sin embargo, existen malestares provocados por los alimentos que no se consideran ETA's, como las alergias que se manifiestan por el consumo de mariscos y pescados, o por el consumo de leche, por ejemplo. Para algunas personas, a mayoría de las ETA's pueden representar enfermedades pasajeras que sólo duran un par de días y sin ningún tipo de complicación (11).

Pero, en ciertos casos, las ETA's pueden llegar a ser muy severas, dejar graves secuelas o incluso hasta provocar la muerte en personas susceptibles

como son los niños, ancianos, las mujeres embarazadas y personas inmunosuprimidas (13).

### **a) Infecciones**

Se denominan infecciones alimentarias a las enfermedades derivadas de la ingesta de alimentos que contienen microorganismos vivos perjudiciales. Por ejemplo: salmonelosis, hepatitis viral tipo A y toxoplasmosis. Los síntomas y el período de incubación producidos por las infecciones alimentarias, en las que se identifica como agente causal a las bacterias, varía según el individuo o grupo expuesto, debido a la resistencia, edad y estado nutricional de cada persona. Para evaluar la virulencia de un microorganismo es también importante el número o la concentración de los mismos, la cantidad de alimento consumido y la patogenicidad del mismo. La clasificación de los síntomas presentados es variada, desde los tradicionales asociados con las enfermedades gastrointestinales hasta otros síntomas más severos como la deshidratación, pérdida de la conciencia e incluso la muerte (11).

### **b) Intoxicaciones**

Se denominan intoxicaciones alimentarias a las ETA's producidas por la ingestión de toxinas formadas en tejidos de plantas o animales, o de productos metabólicos de microorganismos en los alimentos, o por sustancias químicas que se incorporan a ellos de modo accidental, incidental o intencional desde su producción hasta su consumo (13).

Ocurren cuando las toxinas o venenos de bacterias o mohos están presentes en el alimento ingerido. Estas toxinas generalmente no poseen olor o sabor y son capaces de causar enfermedades después que el microorganismo es eliminado (11,13).

Algunas toxinas pueden estar presentes de manera natural en el alimento, como en el caso de ciertos hongos y animales como el pez globo. Ejemplos: botulismo, intoxicación estafilocócica o por toxinas producidas por hongos (13).

### **c) Toxiinfecciones causadas por alimentos**

Es la enfermedad que resulta de la ingestión de alimentos con una cierta cantidad de microorganismos causantes de enfermedades, los cuales son capaces de producir o liberar toxinas una vez que son ingeridos. Cuando estos microorganismos (bacterias, hongos y levaduras) crecen, excretan productos metabólicos; algunos tienen efectos positivos, como en la elaboración de quesos, yogures, vinos o cervezas, en condiciones controladas y sin efecto toxigénico. Sin embargo, otros no contribuyen a una transformación sino a una degradación en donde se producen las denominadas toxiinfecciones alimentarias con consecuencias leves o mortales para nuestro organismo (13).

El origen de una toxiinfección causada por alimentos siempre está centrado en dos aspectos tecnológicos. El primero, representa una ausencia de medidas adecuadas de control de los procesos de producción en cualquiera de sus diferentes fases y etapas. El segundo, la puesta a disposición del consumidor de productos en estado alterado o productos donde su calidad no se encuentra perfectamente controlada. El riesgo es mayor en todos aquellos procesos de elaboración donde el producto terminado no está sometido a tratamientos de pasteurización o alternativos. Este hecho, se encuentra directamente relacionado con la producción de alimentos en donde no se toman las medidas de precaución adecuadas para evitar la presencia de contaminaciones (11,13).

### **3. Epidemiología**

La mayoría de los casos de ETA's se describen como esporádicos; se trata de casos aislados que aparentemente no están relacionados con ningún otro. Sin embargo, se pueden encontrar dos o más casos relacionados con una circunstancia común; cuando dos o más personas contraen la misma enfermedad, después de haber consumido el mismo alimento o bebida contaminados, dicho caso constituye ya un brote (11,13).

Los brotes pueden ser confirmados en una sola familia o pueden cubrir a más de una familia o comunidad (11,13).

En la conferencia Internacional sobre nutrición de la FAO/OMS, en 1992, se reconoció que cientos de millones de personas de todo el mundo padecen de enfermedades asociadas a la ingestión de alimentos (14).

Es importante notar que aunque la notificación de estos casos es obligatoria, se sabe que esta información es incompleta como consecuencia que son muchos los casos que no se denuncian (14,15).

Entre los microorganismos bacterianos de mayor prevalencia mundial se encuentran los siguientes: *Salmonella* sp, *Clostridium perfringens*, *Vibrio cholerae*, *Bacillus cereus*, *Escherichia coli* O157:H7, *Shigella dysenteriae* y *Clostridium difficile* (Anexo 1) (16).

Son varios los problemas que enfrentan los países en desarrollo y que contribuyen a facilitar la proliferación de las ETA's, razón por la cual las mismas se han tipificado como un problema de salud pública. En el año de 1988, países como México, Belice, Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Costa Rica, Panamá, Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y los países del Caribe de habla inglesa recibieron asistencia técnica de la FAO, para fortalecer sus sistemas de control de los alimentos, particularmente de aquellos que se venden en cafeterías informales, con el fin de disminuir el riesgo de transmisión de cólera a través de alimentos (13).

A continuación se mencionan algunos estudios realizados en Guatemala y América Latina:

#### **a) Guatemala:**

En Guatemala en el año 1994 se registraron 257,680 casos de enfermedades de transmisión alimentaria en todo el país, con una morbilidad de 2,580 por 100,000 habitantes y una mortalidad de 25 personas por cada 100,000 habitantes. En la mayoría de los casos se desconocen los agentes etiológicos y los alimentos involucrados (7).

**i) Casos de Enfermedad Diarreica Aguda:** Los cuadros más corrientes de diarrea aguda suelen tener su origen en alimentos o aguas contaminadas. Más del 90 por ciento de los casos de enfermedad diarreica aguda es de origen infeccioso, producidos por bacterias (*E. coli*, *Shigella* sp, *Salmonella* sp, *Vibrio cholerae*, *S. aureus*); virus (Rotavirus, Norwalk, Adenovirus, Calicivirus) y protozoos (*E. histolytica*, *Giardia lamblia*, *Cryptosporidium*). Sin embargo, existen causas no infecciosas de diarrea aguda como la enfermedad inflamatoria del intestino, colitis ulcerosa, enfermedad de Crohn, deficiencia de lactosa, etc. (17).

Existe un elevado índice de mortalidad infantil por casos de enfermedad diarreica aguda; esta realidad es tan grave que en el año 2001 a nivel de todo el país, uno de cada veinte habitantes padeció diarrea al menos una vez al año, para un total de más de medio millón de casos (500,777) reportados por el Departamento de Epidemiología del Ministerio de Salud Pública, lo que provocó tres mil quinientas muertes (18).

Para finalizar el periodo del año 2004, se totalizaron 421,375 casos de enfermedad diarreica aguda, además se presentó un brote de diarrea por Rotavirus que aportó más de 50,000 casos (19).

En el mismo año se reportaron 12,424 casos de disentería y shigelosis por grupo de edad, donde el 62% de los casos ocurrieron en menores de 5 años y dentro de estos, el grupo de 1 a 4 años aportó el 46%. Además se contabilizaron 66 casos sospechosos de cólera, de los cuales el 97% fueron notificados por el área de salud de Guatemala sin ninguna confirmación específica (19).

Así mismo, se reportaron 3,912 casos de hepatitis viral. Al igual que años anteriores la mayor incidencia a ocurrido en la región del Petén, Alta Verapaz, Izabal y Zacapa con incidencias que van desde 75 hasta 135 casos por cada 100,000 habitantes (19).

**b) República Dominicana:**

En el año 2,000 se confirmó a través del ministerio de Salud Pública la contaminación de pollo con *Salmonella* sp en un restaurante, afectando a 23 personas y un brote por el consumo de ensalada contaminada con *Staphylococcus aureus* (20).

**c) Bolivia:**

En un estudio realizado por el Ministerio de Previsión Social y Salud Pública entre 1,987 y 1,989 se demostró que el 14% de 565 muestras de alimentos estaban contaminadas con *E. coli* y un 51% de los alimentos presentaban un nivel de mesófilos aerobios por encima de los límites establecidos para estos productos. En 1,985 otro estudio había indicado que 30% de 152 productos estudiados presentaban contaminación con *E. coli*, *Salmonella* sp o *S. aureus* (3, 21).

Así mismo, en el año 2001, se aisló *Salmonella enteritidis* de papa, huevos y carne deshidratada expendidos en restaurantes. En el año 2002 se presentaron 1,195 casos de intoxicación estafilococcica por *Staphylococcus aureus* (22).

**d) Perú:**

Estudios realizados por el Ministerio de Previsión Social y Salud Pública en el año 2,000 confirmaron 23 brotes por el consumo de alimentos contaminados, entre ellos; uno por el consumo de tallarines con *Salmonella* sp donde fueron 32 las personas afectadas; así mismo en el año 2,004 se aisló *Shigella sonnei* de sándwiches preparados a base de pollo con mayonesa (huevos, aceite y condimentos) (23).

**e) Argentina:**

En 1,991 fueron detectados 3 brotes de enfermedad transmitida por alimentos, atribuidos a sándwiches de miga expendidos en la calle, preparados con mayonesa artesanal contaminada con *Salmonella tiphy* (6,13, 24).

Un estudio realizado por la Dirección de Salud Ambiental de Argentina describe 39 brotes de enfermedades transmitidas por alimentos que afectaron a 958 personas en la provincia de Río Negro, Argentina, en el período 1993-2001. *Salmonella* sp, *Trichinella spiralis*, *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus* resultaron los agentes más frecuentes en los brotes. Los principales alimentos involucrados resultaron ser: cárnicos (36%), quesos (10%), fiambres y sándwiches (10%), postres (10%) y helados (8%). El mayor número de casos, por su parte, fue causado por la ingestión de helados (37%). Con relación al origen de los alimentos, 41% de los brotes fueron causados por comidas elaboradas en los domicilios, 23% en establecimientos comerciales, 13% en fiestas familiares, 8% en fiestas comunitarias y 8% en restaurantes de hoteles. En el 28% de los brotes fue identificado el agente etiológico por análisis epidemiológico exclusivamente, en el 64% se logró el aislamiento del agente, mientras que en el 8% de los casos no se logró el diagnóstico definitivo (25).

#### **4. Prevención de las ETA's**

##### **a) Manipulación higiénica de alimentos**

Cuando se habla de manipulación higiénica de los alimentos se refiere a todos los cuidados y precauciones que se deben tener en cuenta para evitar que un alimento elaborado pueda afectar la salud del consumidor. Para ello, quien cocina, debe saber cómo evitar la contaminación antes y durante el proceso, destruir a las bacterias ya presentes y saber cómo proteger el alimento una vez elaborado (26).

Para que el alimento sea saludable, sus etapas de producción, transporte, conservación, preparación, y servicio deben ser higiénicas y seguras (26, 27).

Todo vendedor que compre alimentos listos para el consumo con objeto de servirlos o venderlos, deberá cerciorarse de que vengan de proveedores autorizados y fiables; los alimentos no deberán manipularse con

manos desnudas; los platos con comida no deberán apilarse unos sobre otros cuando se expongan, almacenen o sirvan; todas las bebidas que se ofrezcan para la venta deberán distribuirse en sus recipientes individuales originales cerrados herméticamente o extraerse mediante grifos aplicados a los recipientes a granel; quienes manipulen alimentos no deberán manipular dinero, de ser inevitable este manejo, el manipulador deberá lavarse las manos después de hacerlo antes de volver a tocar los alimentos (26).

Los alimentos listos para el consumo que han de servirse continuamente deberán mantenerse a las temperaturas siguientes: Alimentos que se sirven calientes a 60°C o más; alimentos que se sirven fríos a 7°C o menos; alimentos que se sirven congelados a -18° C o menos. Todos los alimentos cocinados y bebidas preparadas que no puedan conservarse adecuadamente, deberán eliminarse al final del día de forma higiénica (1,26).

Los alimentos deben transportarse hasta el punto de venta colocados en un recipiente limpio, cubierto, y bien protegido sin entrar en contacto con ingredientes u otros alimentos crudos, animales, sustancias tóxicas, ni otros materiales que puedan contaminarlos (1).

Para almacenar los alimentos deberán colocarse o apilarse de manera que no sea probable su contaminación, la mayor parte de alimentos perecederos deberán almacenarse en recipientes limpios colocados en una caja de hielo o un refrigerador limpio en los que la temperatura de los alimentos no exceda de 10°C (26).

Todos los ingredientes secos deberán almacenarse y mantenerse en su recipiente comercial original etiquetado, o bien en otro recipiente que deberá llevar una etiqueta indicando el contenido del mismo diseñado para impedir absorción de humedad, antes de utilizar el alimento deberá controlarse el marcado de la fecha que aparece en todos los recipientes de alimentos. Los alimentos vencidos no deberán venderse ni utilizarse para preparar comidas (1, 26, 28).

## **b) Higiene personal del manipulador de alimentos**

El manipulador de alimentos desempeña un papel importante en la prevención de enfermedades transmitidas por alimentos, la preocupación estriba en el traspaso de microorganismos patógenos de personas a los alimentos, los cuales son procedentes de nariz, cavidad oral, piel de las manos o de otras regiones y del intestino (1).

Más importante resulta la transmisión de dichos microorganismos de los alimentos crudos a los cocinados con las manos como medio de transporte, así mismo como a través de superficies, utensilios y limpiadores de cocina (1, 26).

Es por ello que conocer y cumplir las instrucciones de trabajo establecidas por la empresa, garantiza la seguridad y salubridad de los alimentos. La frase “higiene de los alimentos” se asocia generalmente con la limpieza personal; por lo que la higiene personal del manipulador debe ser impecable (24).

El manipulador debe mantener un grado elevado de aseo personal, llevar una vestimenta limpia y de uso exclusivo, utilizar cuando proceda, ropa protectora, cubrecabeza y calzado adecuado; cubrirse los cortes y las heridas con vendajes impermeables apropiados; de ser posible lavarse las manos con agua caliente y jabón o emplear desinfectante para las manos, tantas veces como lo requieran las condiciones de trabajo, tanto antes de incorporarse a su puesto como después de una ausencia o de haber realizado actividades ajenas a su actividad específica (26).

Igualmente, durante la actividad de trabajo, los manipuladores no podrán: fumar, masticar chicle, comer en el puesto de trabajo, estornudar o toser sobre los alimentos, ni realizar cualquier otra actividad que pueda ser causa de contaminación de los alimentos, tal como llevar efectos personales que puedan entrar en contacto directo con los alimentos, tales como: anillos, pulseras, relojes u otros objetos (26,28).

Por último, cualquier persona que padezca una enfermedad de transmisión alimentaria o que esté afectada, entre otras patologías, de infecciones cutáneas o diarrea, que puedan causar la contaminación directa o indirecta de los alimentos con microorganismos patógenos, deberá informar sobre la enfermedad o sus síntomas al responsable del establecimiento, con la finalidad de valorar conjuntamente la necesidad de someterse a examen médico y, en caso necesario, su exclusión temporal de la manipulación de productos alimenticios mientras dure la enfermedad (27).

### **c) Ubicación, diseño y construcción de cafeterías formales e informales**

Todos los vendedores instalados en un centro de venta de alimentos deberán cumplir con todas las disposiciones estipuladas en las reglamentaciones oficiales que cada país indica, las cuales son reconocidas para ser aplicadas a los vendedores de alimentos. Dentro de estas normas, Guatemala cuenta con un reglamento sobre inocuidad de alimentos. Dicho reglamento fue elaborado por la Comisión Multisectorial de Alimentos y por diferentes instituciones y ministerios, su marco regulatorio en materia de alimentos procesados está constituido por los instrumentos legales con que cuenta el Ministerio de Salud Pública, para ejercer acciones tendientes a proporcionar alimentos inocuos al consumidor (1, 4).

En toda instalación la ubicación deberá estar aprobada de antemano por la autoridad competente. Su diseño deberá ajustarse a lo siguiente: haber sido previamente examinado y aprobado por la autoridad competente; ofrecer un espacio suficientemente amplio y una disposición ordenada de los puestos de venta, manipulación, almacenamiento, servicio y venta de alimentos; permitir un movimiento ordenado de materiales y mercancías, dentro y fuera del centro para evitar posibles vías de contaminación; ubicar adecuadamente a los clientes; ofrecer espacios aptos y suficientes para el almacenamiento de residuos sólidos, y para la limpieza, lavado y desinfección de utensilios de coci-

na; permitir una ventilación suficiente, abastecimiento de energía eléctrica, agua potable, etc. (1).

Los centros de venta de alimentos bien contruidos tienen suelos de cementos lisos, azulejos o asfalto con un sistema de desagüe para eliminar el agua de superficie y facilitar la limpieza y desinfección; cuando corresponda tener paredes de superficie lisa no permeable para facilitar su limpieza; iluminación artificial suficiente para facilitar la preparación, manipulación, almacenamiento servicio y venta de alimentos; cumplir con cualquier otro requisito estipulado por la autoridad competente en relación con la estructura de los centros de venta de alimentos (1,26).

## **C. Principios del control microbiológico de los alimentos**

### **1. Función del control microbiológico**

El análisis microbiológico de alimentos no tiene carácter preventivo sino que simplemente es una inspección que permite valorar y verificar la carga microbiana. Por lo tanto, la calidad microbiológica se logra mediante la determinación del análisis en:

- a. Los puntos de riesgo de una probable contaminación o multiplicación microbiana (29).
- b. Durante el proceso de elaboración del producto y con ello evitar contaminaciones posteriores (29).
- c. Siguiendo las Buenas Prácticas de Elaboración y Distribución del alimento (BPE) (29).

Puesto que el control microbiológico es un proceso analítico, es necesario seguir una serie de criterios sobre la toma de muestra y el análisis microbiológico de los productos finales (29).

En este sentido, es necesario considerar: la distribución desigual de los microorganismos en los alimentos, lo que hace necesario seguir un esquema de toma de muestras para obtener resultados representativos; que el número

de criterios utilizados a la hora de juzgar la calidad microbiológica de los alimentos debe limitarse al mínimo necesario para así poder aumentar el número de análisis y que los criterios de análisis aplicados han de ser específicos de cada alimento porque son diferentes los microorganismos patógenos y alterantes de cada tipo de alimento (29).

## **2. Protocolo de toma de muestras**

Un protocolo de análisis de alimentos correcto debe considerar: la heterogeneidad de la presencia de microorganismos en los alimentos, el proceso de transporte de las muestras del sitio de recolección al laboratorio evitando la multiplicación de los microorganismos presentes o la inactivación de algún microorganismo en término no mayor de dos horas a temperatura ambiente (29).

Para cuantificar la presencia de microorganismos se utilizan medios selectivos (son medios que favorecen por su diseño el crecimiento específico de un microorganismo particular o grupo de microorganismos como gram-positivo o gram-negativo y es de gran utilidad para el aislamiento de microorganismos a partir de una población microbiana mixta). Por otro lado, los tratamientos tecnológicos que se llevan a cabo para procesar alimentos pueden producir daños subletales en los microorganismos que no pueden, en esas condiciones, ser sometidos rigurosamente a medios selectivos y por lo tanto es necesaria la utilización de medios de recuperación (medios nutritivos no selectivos, que permiten restaurar las células dañadas a una condición fisiológica estable) (29).

El planteamiento del muestreo del alimento es diferente si se trata de un muestreo único (caso de una partida que llega por primera o única vez al centro de control microbiológico) del muestreo. Cuando hay que hacer un muestreo de una partida única de alimento hay que considerar que los datos de mayor importancia los proporcionan las normas de elaboración y conservación del alimento (29).

Ningún muestreo único puede dar una garantía total de calidad microbiológica del alimento y, como norma general, es conveniente analizar un número de muestras equivalente al 1% si el lote es grande y al 10% si es pequeño (29).

En el caso de un muestreo repetido, se toman 10 muestras al azar y se rechaza el lote cuando una de estas muestras no es apta, lo que obligará al comerciante a establecer medidas de seguridad suficientes para dar garantía de calidad del alimento (29).

#### **D. Organismos indicadores**

La presencia de microorganismos no necesariamente significa peligro en los alimentos o deficiencia en la calidad de los mismos. En cada alimento puede encontrarse levaduras inocuas, mohos y bacterias (4).

El examen microbiológico de alimentos pretende detectar patógenos que en alguna medida perjudican la salud de las personas. El término de microorganismos indicadores se aplica para evaluar la calidad, higiene, limpieza o esterilidad del producto alimentario (materia prima, maquinaria, personal operativo, producto en proceso o terminado). Los microorganismos indicadores no son patógenos pero frecuentemente asociados a éstos, y son utilizados para reflejar el riesgo de la presencia de agentes productores de enfermedades. El número de estos microorganismos indica un tratamiento inadecuado (producción, proceso, almacenamiento y/o distribución) o una contaminación posterior ocurrida en el proceso del alimento) (1,11, 30, 31).

Como microorganismos indicadores puede mencionarse:

**1. Coliformes totales:** es un grupo de organismos indicadores, son anaeróbios facultativos, Gram-negativo, fermentadores de lactosa en presencia de bilis a 37° C (11).

Este grupo incluirá la mayoría de las cepas de *E. coli* pero también incluye organismos como *Citrobacter* sp y *Enterobacter* sp que no son predominantemente de origen fecal (4, 11, 32, 33).

**2. Coliformes fecales:** es un grupo conformado por bacilos Gram-negativo, no esporulados, fermentadores de lactosa a 44 - 45°C e incluye por lo menos a los miembros de 3 géneros de la familia *Enterobacteriaceae*: *Escherichia* sp, *Enterobacter* sp, y *Klebsiella* sp (11, 34, 35).

### **3. *Escherichia coli***

#### **a) Aspectos Generales**

*Escherichia coli* fue descrito por primera vez en el año 1885, por el bacteriólogo alemán Theodor Escherich. Desde esa fecha, el estudio científico sobre este microorganismo ha sido prodigado a tal medida que en la actualidad probablemente sea el organismo de vida libre mejor conocido (11, 33, 36).

*E. coli* pertenece a la familia *Enterobacteriaceae*, es un bacilo corto, no esporulado, Gram-negativo, mesófilo, fermentador, catalasa-positivo, oxidasa-negativo, crece a una temperatura óptima en torno a 35-37°C, es un habitante casi universal del último tramo del tubo intestinal de las personas y de los animales de sangre caliente, donde es el anaerobio facultativo predominante, aunque sólo es un componente secundario de su microbiota total. Generalmente es un comensal inofensivo, pero puede ser un patógeno oportunista que causa algunas infecciones como la sepsis por microorganismos Gram-negativo, infecciones de las vías urinarias, neumonía en enfermos con inmunosupresión y meningitis en recién nacidos. Frecuentemente se le encuentra en las heces, la facilidad para su recuperación en medios de cultivo, su carácter generalmente no patógeno y las características de su supervivencia en el agua, determinaron que *E. coli* se adopte como indicador de contaminación fecal y de la posible presencia de patógenos entéricos (11, 33, 37).

Hay cuatro tipos principales de *Escherichia coli* causante de diarrea basadas en diferentes propiedades: *Escherichia coli* enteroinvasor (EIEC), que son cepas capaces de invadir la mucosa intestinal de igual manera que *Shigella* sp; *Escherichia coli* enteropatógeno (EPEC), implicadas en procesos diarreicos, al adherirse a la membrana del enterocito; *Escherichia coli* enterotoxigénico (ETEC), cepas productoras de enterotoxinas termolábiles (TL)

o termoestables (TE); *Escherichia coli* enterohemorrágico (EHEC), que son cepas productoras de una toxina similar a la toxina Shiga ("Shiga-like toxin" a "SLT") que pueden originar un cuadro de colitis hemorrágica (38, 39).

Hortalizas, ensaladas, purés de patatas, sushi, se han implicado frecuentemente en brotes de enfermedad causados por *Escherichia coli* enteropatógeno (EPEC) y *Escherichia coli* enterotoxigénico (ETEC); los quesos blandos madurados por mohos han sido responsables de brotes relacionados con *Escherichia coli* enteroinvasor (EIEC); alimentos fermentados, jugo de manzana, mayonesa, quesos, carne picada insuficientemente cocida (hamburguesas) y accidentalmente la leche fresca son alimentos relacionados con brotes por *Escherichia coli* enterohemorrágico (EHEC) (38).

Según estimaciones, cada año se producen en Estados Unidos entre 10,000 a 20,000 casos de infección por *E. coli*. Los centros para la prevención y el Control de las enfermedades (Centres for Disease Control and Prevention, su sigla en inglés CDC) reconocen a *E. coli* como una enfermedad emergente transmitida por los alimentos (1).

### **b) Síntomas y Signos Clínicos de *E. coli***

La enfermedad causada por *E. coli* enterotoxigénico (ETEC) suele presentarse entre 12 a 36 horas después de la ingestión del microorganismo. Los síntomas pueden variar desde una ligera diarrea afebril hasta un síndrome grave parecido al cólera, con heces acuosas sin sangre ni moco, dolores de estomago y vómitos, la enfermedad suele ser autolimitante, persistiendo durante dos a tres días (11).

La infección por *E. coli* enteroinvasor (EIEC) origina los síntomas clásicos de una disentería bacilar invasora normalmente asociada con *Shigella* sp, los signos clínicos son fiebre, dolores abdominales, intensos, malestar y con frecuencia una diarrea acuosa que precede a la eliminación de heces que contienen sangre, moco y leucocitos fecales (11).

Los síntomas de la infección por *E. coli* enteropatógeno (EPEC) son malestar, vómitos, diarrea con deposiciones que contienen moco; pero rara vez

sangre, y estos a su vez aparecen entre 12 a 24 horas después de la ingestión del organismo introducido en el alimento (11).

*E. coli* enterohemorrágico (EHEC) es capaz de causar enfermedades que amenazan la vida tales como la colitis hemorrágica, el síndrome hemolítico urémico y la púrpura trombótica trombocitopénica (11).

### **c) Aislamiento e identificación**

Las técnicas selectivas para *E. coli* aprovechan principalmente la capacidad del organismo para tolerar la bilis y otros agentes tensoactivos, como consecuencia que su hábitat natural es el intestino (27).

Como agentes selectivos, también se utilizan colorantes de anilina. Un medio selectivo y diferencial es el MacConkey donde las sales biliares actúan como inhibidores de las bacterias Gram-positivo y de algunas Gram-negativo exigentes. En este medio los organismos productores potentes de ácido como *Escherichia* producen colonias de color rojo, las no fermentadoras de lactosa producen colonias incoloras como *Salmonella* sp, *Proteus* sp y *Edwardsiella* sp (27).

El empleo de medios de cultivo que combinan el uso de sorbitol y la inmovilización mediante la incorporación de antisuero H7 puede resultar muy selectivo para la detección de *E. coli* enterohemorrágico (EHEC). Los otros grupos de *E. coli* productores diarrea EPEC, ETEC, EIEC, pueden ser sometidos a un procedimiento de tamizaje o "screening" serológico mediante

el muestreo de varias colonias lactosa positiva obtenidas de un medio entérico como Mac-Conkey. A causa de la posibilidad de cultivos mixtos o contaminados, se recomienda seleccionar un mínimo de 5 colonias fermentadoras de lactosa por placa. Su detección mediante antisueros polivalentes puede estar indicada ante brotes colectivos o casos de diarrea severa o crónica (11, 27).

En la actualidad se dispone de productos comercializados para el análisis de la toxina termolábil producida por ETEC. Entre ellos destacan las

pruebas de aglutinación pasiva inversa con partículas de látex que permiten la detección de la toxina termolábil a partir de caldos de cultivo. La producción de este tipo de enterotoxina puede potenciarse *in vitro* mediante la incorporación de polimixina B a los medios de cultivo (27).

Dada la baja incidencia estimada de infección por EIEC, la investigación rutinaria de estos serotipos puede no estar indicada. Estos aislamientos presentan en ocasiones reacciones cruzadas con los antisueros específicos para *Shigella* sp. La confirmación de estos serotipos puede realizarse mediante el test de Sereny (queratoconjuntivitis en cobaya), test de invasividad en cultivos de células epiteliales, métodos ELISA o pruebas de ADN. En los últimos años se han venido desarrollando diferentes pruebas de ADN aplicables a la detección de los diferentes tipos de *E. coli*, empleando sondas de ADN conjugadas y la reacción en cadena de la polimerasa (PCR) (11, 27, 32).

#### **d) Transmisión y asociación con alimentos**

Su transmisión tiene lugar por la vía fecal-oral. La mayoría de los brotes por *E. coli*, especialmente *E. coli* enterohemorrágico (EHEC) (que es el serotipo que con mayor frecuencia se ha aislado en las personas), se han asociado con comer carne molida de vaca, poco cocinada (11).

La bacteria vive en el intestino de todo ganado saludable, aunque el número de organismos necesarios para causar la enfermedad todavía no se conoce, se sospecha que es muy pequeño (11).

La carne se contamina durante la matanza, y los organismos pueden mezclarse totalmente en la carne cuando se pica. La carne de vaca contaminada tiene una apariencia y un olor normales (1).

Otras vías para la transmisión de *E. coli* incluyen: El contacto con utensilios contaminados dentro de lugares públicos; por medio de la leche y jugo no pasteurizados; al utilizar y beber agua residual contaminada (1).

La contaminación fecal de las redes de abastecimiento de agua y los manipuladores de alimentos que se encuentren contaminados, han sido implicados frecuentemente con brotes de enfermedad causados por *E.coli* enteroinvasor (EIEC); *E.coli* enteropatógeno (EPEC); *E. coli* enterotoxigénico (ETEC). Además varios alimentos, entre los que se incluyen las hortalizas, la ensalada de papas, quesos blandos maduros por mohos también han sido implicados (27).

Los brotes causados por el serotipo 0157:H7 de EHEC están asociados principalmente a la carne picada insuficientemente cocida y accidentalmente a leche fresca como se mencionó anteriormente (11, 27, 40).

## **E. Métodos de detección**

### **1. Placas Petrifilm**

Las placas petrifilm ayudan a maximizar la productividad por un incremento en la eficiencia del laboratorio. Estas placas estandarizan la evaluación de procesos. Se reducen las horas necesarias para obtener las evaluaciones microbiológicas. Las placas petrifilm 3M hacen posible reducir el tiempo de trabajo y costos, dan resultados consistentes y fáciles de leer, crea pocos cambios que conduzcan a errores comparados con métodos en agar (1).

Existen diferentes tipos de placas petrifilm para evaluaciones microbiológicas entre estas: Placas para recuento de aerobios, placas para recuentos de *E. coli*/coliformes, placas para recuento de coliformes totales y placas para recuento de coliformes con alta sensibilidad, placas para recuento de mohos y levaduras y placas para recuento de *S. aureus* y *Listeria* sp (1).

Las placas petrifilm incrementan la productividad de las evaluaciones microbiológicas por aumentar la eficiencia laboral y optimizar los recursos, además ayudan en la evaluación de productos y equipos fácilmente permitiendo la detección y resolución rápida de problemas en distintas áreas (1, 41).

## 2. Placa para recuento de *E.coli*/coliformes

Estas placas están diseñadas para identificar *E. coli* y otros coliformes, con una prueba sencilla que da resultados de 24 a 48 horas, para eliminar la necesidad de comprobar las presuntas colonias, estas placas están listas para su uso, convenientes y son un método confiable para evaluar equipo, materia prima, productos alimenticios y el ambiente donde se manufacturan (41).

El sistema 3M Petrifilm para coliformes y *E. coli* es un medio de cultivo deshidratado listo para usar, este consiste en una placa de 10.5 cm de largo por 7.5 cm de ancho con un grosor aproximado de 1mm. Es una película delgada a base de cartón en el que se encuentra el medio de cultivo deshidratado (41).

El medio de cultivo es una mezcla de agar que contiene bilis rojo violeta (VRB), un agente gelificante soluble en agua fría, un indicador de glucuronidasa para identificar las colonias de *E. coli* y un indicador de tetrazolio que identifica las bacterias Gram-negativo que no sean *E. coli* (41).

Para utilizar las placas de petrifilm se levanta la película que recubre al medio de cultivo garantizando la esterilidad del proceso y evitar su contaminación, se coloca 1ml de la muestra a evaluar en el centro, según la dilución deseada, se cierra la placa y se le coloca con presión suave y firme el difusor, para una buena distribución de la muestra (4).

Se incuba la placa a una temperatura de 35°C por 24 horas +/-2 horas, a las 48 horas verificación de resistencia de algunas *E. coli* (4).

Todas las colonias que presenten un precipitado azul, asociadas o no a una burbuja de gas son colonias de *E. coli*, otras colonias con precipitado rojo asociadas a gas, son coliformes fecales (4).

## **F. Estudios sanitarios realizados en la USAC**

En 1985, Cifuentes, D., evaluó los puestos de ventas de alimentos de la USAC, donde se analizaron 71 muestras, 46 productos sólidos y 25 líquidos, abarcando todos los productos alimenticios en venta. Los resultados microbiológicos revelaron la presencia de *E.coli*, *Bacillus* sp, *Staphylococcus* sp principalmente (42).

En febrero de 1991, Cordón de Villagrán, M., consideró, los lineamientos generales para el desarrollo de un proyecto de establecimiento de un programa permanente de control microbiológico de los alimentos, justificando que la calidad sanitaria de los alimentos es un factor que contribuye a mantener la salud ya que no existía en la USAC un organismo o ente encargado de ejercer periódicamente un control microbiológico de alimentos (43).

Con la creación de la comisión para la prevención y control del cólera, en la ciudad universitaria, en julio de 1991, se principió a trabajar sistemáticamente en aspectos relacionados con el campo del control microbiológico de los alimentos. Se reactivaron trámites para la aprobación por parte del Consejo Superior Universitario de la USAC, de proyectos presentados con anterioridad, también se iniciaron nuevos programas tales como: Programa educativo para vendedores y manipuladores de alimentos, Programa de saneamiento ambiental y el Programa de prevención sanitaria para el personal de la USAC (44).

Dicha comisión realizó una actividad dirigida a vendedores de alimentos de la ciudad universitaria, con la participación del 100% de los mismos, se evaluó las prácticas de higiene a través de observación directa y se encontró que los problemas principales fueron: que no hay control de insectos, los operarios no usan el cabello recogido y cubierto, y que falta agua potable en las instalaciones (44).

En el mismo año se logró por parte de la Dirección General de Investigación (DIGI), de la USAC, la adjudicación económica al departamento

de Bienestar Estudiantil, para la compra de equipo necesario para llevar a cabo el control de calidad microbiológico de los alimentos (45).

En noviembre de 1991, se envió a las autoridades universitarias un proyecto de reglamento para la actividad comercial dentro de las instalaciones y ambientes de la ciudad universitaria, donde se incluyen aspectos relacionados directamente con ventas de comestibles, ambulantes y estacionarios en donde dice que toda persona que tenga un espacio físico para la venta de alimentos deberá tener una tarjeta de sanidad como requisito, la que ha sido extendida por la Unidad de Salud de la División de Bienestar Estudiantil hasta la fecha (46).

En 1994, Koper S. presentó un informe final sobre Control Microbiológico de los alimentos, como parte del Programa de Educación Docente con la Comunidad, de la Unidad de Salud. Donde se evaluaron 5 casetas y las cafeterías de las Facultades de Humanidades, Agronomía, Farmacia y Arquitectura. Sus resultados indicaron que cuatro de las cinco cafeterías presentaban contaminación con coliformes totales, fecales y *E.coli* (47).

En el año de 1995, la Unidad de Salud informó que se realizaron 1107 procedimientos microbiológicos (cuantificación, determinación y hallazgo), se aislaron microorganismos como *S.aureus*, *Staphylococcus* sp, *Salmonella* sp, coliformes generales, fecales y *E.coli*, en el mismo se menciona que el 100% de cafeterías analizadas no expenden alimentos aptos para el consumo humano (48).

En ese mismo año Unidad de Salud realizó una investigación del grado de contaminación de las manos y uñas de los expendedores de 14 cafeterías de la Ciudad Universitaria, y concluyeron que el 78.57% de los expendedores presentan un índice significativo de contaminación en sus manos y uñas, y que el 35.75% presentan contaminación por heces fecales, en este estudio se aislaron microorganismos como: *S.aureus*, *E.coli*, *Bacillus* sp, *Klebsiella* sp, *Citrobacter* sp, *Proteus* sp (49).

En el año 2002, Muralles, B.A., realizó un estudio sobre la determinación del contenido de coliformes y *E. coli* en tres porciones de los almuerzos que venden en 10 cafeterías de la Ciudad Universitaria, en donde se informó que el 40% de las cafeterías evaluadas tenían presencia de *E. coli*, en por lo menos una muestra evaluada de carne, pasta, arroz o ensalada. Así mismo, el 80% de las cafeterías evaluadas presentan recuentos arriba de 100 ufc/g para coliformes y en por lo menos una muestra evaluada de carne, pasta, arroz o ensalada (4).

Por último en noviembre del año 2003, el Consejo Superior Universitario aprobó el Reglamento para la Actividad Comercial en las instalaciones de la USAC. Con ello se espera dar mayores directrices de regulación, ordenamiento y sanitización a facultades, escuelas no facultativas, Centros regionales, Asociaciones Estudiantiles, etc. (50).

#### IV. JUSTIFICACION

Los consumidores de alimentos en las cafeterías de los Centros Regionales de la Universidad de San Carlos de Guatemala por lo general ingieren alimentos en los expendios más de una vez al día, siendo principalmente el almuerzo el de mayor consumo; lo que incrementa el riesgo de adquirir enfermedades transmitidas por alimentos -ETA's- y por lo tanto nos alerta a poner más atención e iniciar acciones encaminadas a la prevención y erradicación de posibles focos de contaminación dentro de nuestra Casa de Estudios.

Dentro del campus central de la Universidad se mantienen controles estrictos de la calidad microbiológica de los alimentos, tales como la difusión de talleres de capacitación a manipuladores de alimentos, visitas periódicas a los expendios solicitando la aplicación de las Buenas Prácticas de Manufactura; sin embargo, los alimentos continúan siendo no aptos para el consumo humano. Lo mencionado, se ha demostrado por medio de algunos estudios sanitarios que se han realizado, de los que se puede mencionar que en el año de 1,994, cuatro de cinco cafeterías presentaron contaminación con coliformes totales, fecales y *E. coli*; en 1,995, se determinó que el 100% de cafeterías analizadas no expendían alimentos aptos para su consumo; en el mismo año se realizó una investigación en donde se concluyó que el 78.57% de expendedores presentaron alto índice de contaminación en sus manos y uñas; de éstos el 35.75% presentaron contaminación por heces fecales; en el año 2,002, se evaluaron almuerzos de 10 cafeterías, de las que el 80% presentaron recuentos arriba de 100 UFC/g para coliformes.

Además, no se ha hecho ningún estudio de este tipo en los Centros Regionales de la Universidad, por lo que el presente estudio pretende brindar a las autoridades universitarias información con la cual podrán tomar decisiones en la regulación sanitaria para el funcionamiento de estos expendios y aplicar medidas oportunas que permitan llevar un control eficiente en la calidad de los alimentos de toda la Universidad de San Carlos de Guatemala.

## V. OBJETIVOS

### A. General

Determinar el contenido de coliformes fecales y *E. coli* en porciones de almuerzos (carne, ensalada y pasta o arroz) que venden en cafeterías formales e informales de 10 Centros Regionales de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

### B. Específicos

1. Establecer la cantidad de coliformes fecales y *E. coli* presentes en las porciones de los almuerzos que venden en los 10 Centros Regionales de la Universidad para verificar el grado de contaminación que presentan.

2. Establecer qué porciones que componen los almuerzos (carne, pasta, ensalada o arroz) de las cafeterías que expenden en los Centros Regionales contienen más contaminación fecal.

## VI. HIPOTESIS

Los almuerzos que se distribuyen en las cafeterías formales e informales de 10 Centros Regionales de la Universidad de San Carlos de Guatemala presentan valores inaceptables (mas de 100 UFC/g) de coliformes fecales y resultados de mas de 100 UFC/g para *E. coli* por porción preparada.

## VII. MATERIALES Y METODOS

### A. Universo de trabajo

Cafeterías formales e informales ubicadas en los Centros Regionales de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

#### 1. Muestra

La muestra estuvo constituida por 30 porciones de alimentos (carne, pasta o arroz y ensalada) expendidos en cafeterías formales e informales de los 10 Centros Regionales de la Universidad de San Carlos de Guatemala, siendo los Centros:

- Centro Universitario de Occidente (CUNOC), Quetzaltenango.
- Centro Universitario del Norte (CUNOR), Cobán, Alta Verapaz.
- Centro Universitario de Oriente (CUNORI), Chiquimula.
- Centro Universitario de Noroccidente (CUNOROC), Huehuetenango.
- Centro Universitario del Sur (CUNSUR), Escuintla.
- Centro Universitario de Suroccidente (CUNSUROC), Mazatenango.
- Centro Universitario de Suroriente (CUNSURORI), Jalapa.
- Centro Universitario de San Marcos (CUSAM), San Marcos.
- Centro Universitario de Izabal (CUNIZAB), Puerto Barrios, Izabal.
- Centro Universitario de Petén (CUDEP), Santa Elena, Petén.

## **B. Recursos Humanos**

Tesista: Edna Patricia Castillo Angel.

Asesora: Licda. Brenda López de Quevedo.

## **C. Recursos materiales**

### **1. Equipo de laboratorio**

- Baño de María
- Incubadora
- Refrigeradora
- Autoclave
- Balanza
- Campana de flujo laminar
- Contador de colonias o Cámara Québec
- Licuadora
- Mechero
- Hielera

### **2. Reactivos y medios de cultivo**

- Agua peptonada amortiguada 0.1 %
- Placas petrifilm para recuento e identificación de coliformes y *E. coli*
- Agar tres azucares y hierro (TSI)
- Agar Lisina y Hierro (LIA)
- Agar Movilidad Indol Ornitina (MIO)
- Agar Citrato
- Agar o caldo Urea

### **3. Cristalería**

- Termómetro
- Frascos de Masson
- Pipetas Graduadas
- Cuaderno de notas
- Frascos bordex
- Tubos de dilución

### **4. Otros materiales**

- Cuaderno de notas
- Guía de interpretación de *E.coli* / coliformes

### **D. Recursos Institucionales**

- 10 Centros Regionales de la Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Laboratorio de control de alimentos de la Unidad de Salud, Departamento de Bienestar Estudiantil de la USAC.

### **E. Procedimiento**

1. Se solicitó por escrito a las Autoridades de Cada Centro Regional para la ejecución del presente estudio.
2. Se realizó una visita a cada cafetería sin previo aviso.
3. Se realizó la auditoria de Buenas Prácticas de Manufactura en cada Centro Regional, aplicando la Boleta del Ministerio de Salud Pública avalada desde 1,999 (Anexo 2).
4. Se llevó a cabo la toma y transporte de muestras (36):

- a) Se pesaron aproximadamente 150 gramos de una porción de almuerzo (50 gramos de cada contenido de la porción al asar y por separado).
- b) Se colocaron las muestras individualmente en bolsas estériles, recolectándolas con cuchara, tenedor o cuchillo estériles.
- c) Se identificaron las muestras con la fecha y hora de recolección, tipo de muestra, cafetería, Centro Regional.
- d) Se colocaron las muestras en hielera, utilizando baterías congeladas para su transporte a  $-4^{\circ}\text{C}$ .
- e) Se congelaron las muestras en freezer, hasta su traslado al laboratorio de alimentos.
- f) Se trasladaron las muestras al laboratorio en hielera en un tiempo máximo de 24 horas posterior a la toma de muestra.

El procedimiento de toma de muestras descrito anteriormente se realizó tres veces por cafetería durante tres meses (un muestreo por mes). Entre cada muestreo se mencionaron las recomendaciones necesarias para realizar mejoras del establecimiento.

#### 5. Análisis Microbiológico (36):

- a) Se descongelaron las muestras colocándolas durante 24 hrs. en refrigeración.
- b) Se pesaron asépticamente 10 gramos de muestra, si esta era grasosa se añadieron 3 gotas de tween 80.
- c) Se licuaron los 10 gramos de muestra con 90 ml de agua peptonada al 0.1% por dos minutos (dilución 1:10).
- d) A partir de la dilución anterior, se preparó una dilución 1:100.

- e) Se inoculó 1 ml (dilución 1:100) en cada placa de petrifilm *E.coli*/coliformes.
- f) Se incubaron las placas de Petrifilm a 35 °C por 24 horas.

#### 6. Interpretación de resultados (41):

##### a) Determinación de *E. coli*:

- i. Se realizó el conteo de las colonias con precipitado azul asociadas a gas.
- ii. Si existían más de 10 colonias en un cm<sup>2</sup>, se contaron únicamente en 4 cuadros de la placa.
- iii. Si existían menos de 10 colonias en un cm<sup>2</sup>, se contaron en 10 cuadros de la placa.
- iv. Se multiplicó el conteo obtenido por la dilución utilizada y por el área de la placa (20 cm<sup>2</sup>).
- v. Se reportó en Unidades Formadoras de Colonias por gramo (UFC/ g).
- vi. Posteriormente, se sembró en baterías (TSI, LIA, MIO, Citrato y Urea) para confirmar su presencia.

##### b) Determinación de Coliformes fecales:

- i. Se contaron las colonias con precipitado rojo asociadas a gas.
- ii. Si existían más de 10 colonias en un cm<sup>2</sup>, se contaron únicamente en 4 cuadros de la placa.
- iii. Si existían menos de 10 colonias en un cm<sup>2</sup>, se contaban en 10 cuadros de la placa.

- iv. Se multiplicó el conteo obtenido por la dilución utilizada y por el área de la placa (20 cm<sup>2</sup>).
- v. Se reportó en Unidades Formadoras de Colonias por gramo (UFC/ g).

#### 7. Análisis e interpretación de resultados:

Para fines de este estudio, se aplicó un análisis descriptivo, por conveniencia; donde se correlacionaron los resultados de las porciones de almuerzo de cada Centro Regional en cada muestreo realizado.

Por otro lado los datos que se obtuvieron indicaron que existe un grado de contaminación de las porciones de almuerzos, en base a la hipótesis planteada en este estudio.

#### 8. Informe de resultados:

- a) Los resultados serán notificados a la Unidad de Salud a través de la presente tesis y con la boleta de reporte de resultados del Laboratorio de Control de Alimentos de la Unidad de Salud (Anexo 3).
- b) Para reportar los resultados se incluyeron los punteos obtenidos en las auditorias realizadas en cada muestreo, aplicando los parámetros mínimos necesarios de la auditoria.

## F. DISEÑO DE INVESTIGACION:

1. Tipo de estudio: Descriptivo por conveniencia.

2. Muestreo: En 10 cafeterías de los Centros Regionales de la USAC. a razón de 3 repeticiones por cafetería con un intervalo de un mes entre una muestra y la siguiente.

a) Muestra: Porciones de almuerzos que incluyen: carne, pasta o arroz y ensalada.

b) Número de muestras: 30 muestras de almuerzos que incluye una porción por Centro Regional a razón de 3 repeticiones.

c) Unidad analítica: 10 gramos.

d) Dilución: 1:100

### 2. Análisis de resultados

El análisis de resultados se hizo comparando los datos obtenidos para los tres muestreos en los diferentes Centros Regionales, que se representaron por tablas y gráficas de pastel, tomando como referencia los valores aceptables hasta 100 UFC/g de coliformes fecales y resultado menor de 100 UFC/g para *E. coli* por porción preparada, según Norma Codex Alinorm CX/NEA 03/16, Dic. 2002 (Anexo 4).

## VIII. RESULTADOS

El trabajo se dividió en dos fases: en la primera se realizaron visitas sin previo aviso a los Centros Regionales, donde se les aplicó la auditoria de Buenas Prácticas de Manufactura con base en la Boleta del Ministerio de Salud Pública –MSPAS-. Además se realizó la toma y transporte de muestras al Laboratorio de Alimentos de la Unidad de Salud de Bienestar Estudiantil de la USAC; realizando cada muestreo una vez al mes, durante tres meses.

La segunda fase consistió en el análisis microbiológico de las muestras tomadas durante cada muestreo.

Con la Auditoria realizada, se determinaron las prácticas rutinarias de la manipulación de alimentos en las cafeterías, siendo los aspectos evaluados: almacenamiento de alimentos, refrigeración, cocina, procesamiento de alimentos, agua y manipuladores; además, se determinó la ubicación y alrededores, iluminación y ventilación, servicios sanitarios, basura y aguas servidas; dichos aspectos indican los requisitos que una cafetería debe cumplir para un adecuado funcionamiento en cada Centro Regional Universitario. Sin embargo, en la mayoría de dichos aspectos se observó deficiencia. El 40 % de las cafeterías no tenía un almacenamiento adecuado de los alimentos, 50% no contaban con agua potable, en el 80 % de los expendios era deficiente en el procesamiento de alimentos, en el 90% de las cafeterías el personal no conocía como manipular correctamente los alimentos y no tenían recipientes adecuados para los desechos.

En la tabla 1 se muestra el punteo e interpretación de los resultados obtenidos en las Auditorias realizadas en los Centros Regionales de la USAC, los cuales indicaron el porcentaje de aceptación de las practicas rutinarias en la preparación, manipulación y almacenamiento de los alimentos, donde 1 de 10 (10%) es inaceptable; 6 de 10 (60 %) de las cafeterías obtuvo un punteo deficiente, lo que se relaciona con los principales puntos de evaluación de dicha auditoria en los cuales se observó deficiencia.

Por otro lado, 3 de 10 (30 %) de las cafeterías se encontraron dentro del rango de aceptables (Anexo 5).

**Tabla 1.** Punteo e interpretación de Auditorias en los Centros Regionales Universitarios.

<b>Centro regional</b>	<b>Punteo</b>	<b>Interpretación</b>
<b>CUNSURORI</b>	84	ACEPTABLE
<b>CUNOC</b>	82	ACEPTABLE.
<b>CUNORI</b>	80	ACEPTABLE
<b>CUDEP</b>	78	DEFICIENTE
<b>CEMA</b>	75	DEFICIENTE
<b>CUNSUROC</b>	75	DEFICIENTE
<b>CUSAM</b>	74	DEFICIENTE
<b>CUNSUR</b>	73	DEFICIENTE
<b>CUNOR</b>	72	DEFICIENTE
<b>CUNOROC</b>	60	INACEPTABLE

ACEPTABLE: 76 – 90 Pts. DEFICIENTE: 60 – 75 pts INACEPTABLE: 0 – 60 pts

Fuente: Datos obtenidos de la Auditoria realizada en cada Centro Regional Universitario, en el Segundo semestre del año 2005.

Los resultados obtenidos en la segunda fase, respecto al análisis microbiológico de las muestras de alimentos, se presentan a continuación y están expresados en unidades formadoras de colonia por gramo de muestra para los tres muestreos realizados.

Con base a los límites establecidos en el presente estudio, los resultados obtenidos muestran la determinación del contenido de coniformes fecales y *E. coli* en las diferentes porciones de alimento (carne, pasta o arroz y ensalada) (tabla 2).

Las coliformes fecales presentadas en la tabla 2 incluyen a *E. coli*, separando el resultado sólo para *E. coli* en la segunda columna.

Dichos resultados indican que 7 de 10 (70%) de las cafeterías contenían en los alimentos coliformes fecales por arriba del límite permitido (100 UFC/g), en donde por lo menos una muestra de carne estaba contaminada; 5 de 10 (50%) lo sobrepasan en por lo menos una muestra de pasta o arroz y 7 de 10 (70%) de las cafeterías, sobrepasan el límite establecido para coliformes fecales, en por lo menos una muestra de ensalada (Tabla 2 y Anexo 6).

Por otro lado, los resultados muestran que 4 de 10 (40%) de las cafeterías evaluadas presentaron *E. coli* en por lo menos una muestra de carne. Así mismo, 3 de 10 (30%) de las cafeterías presentaron *E. coli* en por lo menos una muestra de ensalada; se observa también que en ninguno de los tres muestreos había presencia de *E. coli* para las porciones de pasta o arroz (Tabla 2 y Anexo 7).

En dicha tabla, se observa que en el 60% de los centros regionales los resultados mejoraron entre cada muestreo; sin embargo, el porcentaje restante no tuvo cambios para mejoras del establecimiento lo que se refleja en los recuentos obtenidos.

**Tabla 2.** Comparación de tres tipos de alimentos que indica presencia de coliformes fecales y *E. coli*.

CENTRO	Mx *	Tipo de alimento					
		Carne		Pasta o arroz		Ensalada	
		Coliformes fecales (UFC/g) **	<i>E. coli</i> (UFC/g)	Coliformes fecales (UFC/g) **	<i>E. coli</i> (UFC/g)	Coliformes fecales (UFC/g) **	<i>E. coli</i> (UFC/g)
CUNOC	1	<100	<100	<100	<100	<100	<100
	2	<100	<100	<100	<100	<100	<100
	3	<100	<100	<b>300</b>	<100	<100	<100
CUNOROC	1	<b>&gt;200000</b>	<b>1500</b>	<100	<100	<b>&gt;200000</b>	<b>3000</b>
	2	<b>5200</b>	<100	<100	<100	<b>&gt;200000</b>	<b>100</b>
	3	<b>100</b>	<b>100</b>	<100	<100	<100	<100
CEMA	1	<100	<100	<100	<100	<100	<100
	2	<b>500</b>	<100	<100	<100	<b>2200</b>	<100
	3	<100	<100	<100	<100	<100	<100
CUDEP	1	<100	<100	<100	<100	<b>300</b>	<100
	2	<b>300</b>	<100	<100	<100	<b>19000</b>	<100
	3	<100	<100	<100	<100	<100	<100
CUNORI	1	<100	<100	<100	<100	<100	<100
	2	<100	<100	<b>400</b>	<100	<100	<100
	3	<100	<100	<100	<100	<100	<100
CUNSUR	1	<b>200</b>	<b>100</b>	<100	<100	<100	<100
	2	<100	<100	<100	<100	<b>200</b>	<100
	3	<100	<100	<100	<100	<100	<100
CUNSUROC	1	<b>300</b>	<100	<b>4000</b>	<100	<100	<100
	2	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>&gt;200000</b>	<100	<b>20000</b>	<100
	3	<b>1200</b>	<100	<100	<100	<b>800</b>	<b>800</b>
CUNOR	1	<100	<100	<100	<100	<100	<100
	2	<100	<100	<b>2200</b>	<100	<b>200</b>	<100
	3	<100	<100	<b>600</b>	<100	<b>200</b>	<100
CUSAM	1	<100	<100	<100	<100	<100	<100
	2	<100	<100	<100	<100	<100	<100
	3	<b>3000</b>	<100	<100	<100	<100	<100
CUNSURO-RI	1	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>2600</b>	<100	<b>100</b>	<b>100</b>
	2	<100	<100	<100	<100	<100	<100
	3	<100	<100	<100	<100	<100	<100

\*Mx = Muestreo.

\*\* = Incluye a *E. coli* y Coliformes fecales presuntivas de *E. coli* y otras de la familia Enterobacteriaceae.

FUENTE: Datos experimentales obtenidos en el laboratorio de control de alimentos de Unidad de Salud/BEU.

Para confirmar las colonias sospechosas de *E. coli* en los alimentos analizados se les realizó una batería (TSI, LIA, MIO, Citrato y Urea), cuyos resultados se presentan a continuación.

**.Tabla 4.** Confirmación de *E. coli* en los alimentos analizados.

Centro	<i>E. coli</i> en carne			<i>E. coli</i> en pasta o arroz			<i>E. coli</i> en ensalada		
	No.1	No.2	No.3	No.1	No.2	No.3	No.1	No.2	No.3
CUNOROC	+	NR	+	NR	NR	NR	+	+	NR
CUNSUR	+	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR
CUNSUROC	NR	+	NR	NR	NR	NR	NR	NR	+
CUNSURORI	+	NR	NR	NR	NR	NR	+	NR	NR

(+) = Presencia y confirmación positiva en batería para este microorganismo (TSI: A-K/A, gas +/-, H<sub>2</sub>S -; LIA: K-K/A, gas +/-, H<sub>2</sub>S -; MIO: M +/-, I +, O +/-; Citrato(-); Urea: (-)

(-) = Ausencia de *E. coli*.

NR= No realizado.

FUENTE: Datos experimentales obtenidos en el laboratorio de control de alimentos de Unidad de Salud/BEU.

## IX. DISCUSION DE RESULTADOS

Con la realización de la auditoria de Buenas Prácticas de Manufactura en las cafeterías de cada Centro Regional se pudo conocer en qué rango de interpretación (aceptable, deficiente e inaceptable) se encuentran las mismas. Al respecto, se determinó que un alto porcentaje de ellas obtuvo puntaje deficiente (60 %) (CUNOR, CEMA, CUDEP, CUNSUR, CUNSUROC y CUSAM). Por lo que se considera que tales establecimientos deben iniciar acciones correctivas para su mejoramiento. Así mismo, dada la existencia de una cafetería dentro del rango de inaceptable (CUNOROC), se debe considerar el cierre de dicho expendio, ya que no reúne las condiciones mínimas para su funcionamiento. Las cafeterías de CUNOC, CUNORI Y CUNSURORI se encontraron en un rango aceptable (30%), sin embargo, deben mejorar algunas deficiencias señaladas (recipientes adecuados para desechos, mejorar la manipulación y almacenamiento de los alimentos), lo que hizo a que sus resultados empeoraran en los últimos muestreos con excepción de CUNSURORI.

Dichos resultados se relacionan con las deficiencias encontradas y señaladas durante la realización de la auditoría ya que las cafeterías que mostraron deficiencia en el almacenamiento correcto de los alimentos no contaban con estanterías adecuadas y los almacenaban sin separar los alimentos crudos de los cocidos; las cafeterías que no contaban con agua potable, tenían que transportar agua a los expendios, no permitiéndoles tener la cantidad necesaria para cocinar, además, el empleo de utensilios (vajilla y cubiertos) reutilizables fue otro problema crítico derivado de un deficiente lavado de este material, principalmente por la escasez y/o mala calidad del agua utilizada.

Un mayor porcentaje (80%) que fue deficiente en el procesamiento de alimentos, no tenían limpieza suficiente de superficies en áreas de proceso, en la desinfección de verduras no siempre utilizaban desinfectante y en algunos expendios la higiene de la manipulación no era correcta; algunos expendedores mencionaron preparar los alimentos en sus hogares, antes de salir a atender la

cafetería (6:00 a.m.), transportándolas al expendio a temperatura y condiciones no adecuadas; en la mayoría (90%) se encontró que no utilizaban redcilla o gorro para cocinar y usaron mecanismos internos para la eliminación de desechos sólidos y líquidos, sin embargo, estos no fueron apropiados: no se encontraron recipientes para desechos con tapa y en algunos lugares eran zonas de formación de basureros al aire libre, que atraen moscas y roedores agravando la situación del ambiente circundante.

Lo mencionado demuestra que es necesario que el personal de las cafeterías de dichos centros estén integrados a un programa de control de salud y a capacitaciones para la manipulación de alimentos ya que es evidente que existen diversos riesgos asociados con el almacenamiento y preparación de los alimentos y con las condiciones en las que se encuentran las cafeterías lo que afecta en gran medida la calidad microbiológica de los alimentos, demostrándose en los resultados de la determinación de coliformes fecales y *E. coli*.

Respecto al recuento de Coliformes fecales se incluyó a *E. coli* ya que pertenece a uno de los géneros de coliformes fecales, sin embargo, el método de petrifilm 3M (*E. coli*/ coliformes) las separa, dando como resultado colonias con precipitado azul asociadas a gas para *E. coli* confirmadas y colonias de color rojo asociadas a gas para coliformes fecales presuntivas de *E. coli* y otras de la familia *Enterobacteriaceae* (*Klebsiella sp* y *Citrobacter sp.*).

Los niveles elevados de coliformes fecales, se presentaron principalmente en las cafeterías de CUNOROC y CUNSUROC. Dichas cafeterías presentaron contaminación en por lo menos un alimento en cada evaluación; esto se debe a que no existe ningún control efectivo de higiene en la preparación de alimentos y además se evidencia la presencia de contaminación cruzada en todo el proceso de la preparación de los almuerzos.

En los Centros Regionales como CUNOC, CUNSUR, CEMA, CUDEP, CUNORI, CUNOR y CUSAM se encontraron recuentos elevados de coliformes fecales en por lo menos dos tipos de alimentos evaluados, aunque algunos no

presentaron *E.coli*, los niveles elevados de coliformes fecales sugieren que deben tomar medidas inmediatas de control de la preparación de los alimentos, para disminuir dichos recuentos y evitar un resultado con presencia de *E. coli*.

Los recuentos para coliformes fecales indicaron que la mayoría de muestras de ensalada presentaron contaminación fecal rebasaron el límite de 100 UFC/g, lo que indica un alto grado de contaminación, la conservación de este tipo de alimento durante el tiempo que transcurre desde su preparación hasta su venta es importante ya que hay mucha manipulación por parte del personal y en su mayoría se encontró que los recipientes en los cuales se expendieron, estuvieron expuestos a la intemperie (sin tapa) lo que permitió la contaminación de éstos por agentes externos. (Anexo 7).

Las cafeterías que presentaron menos contaminación son CUNOC y CUSAM; sin embargo, un tipo de alimento se encontró contaminado con coliformes fecales en por lo menos uno de los muestreos realizados; esto concuerda las condiciones en que estas cafeterías se encuentran (falta de un lugar adecuado, sin capacitaciones para manipular alimentos, falta de agua potable).

Respecto a los recuentos de *E.coli* también se encontraron principalmente en muestras de ensalada, seguido por las muestras de carne y por último las muestras de pasta o arroz (Anexo 6).

Las cafeterías de CUNOROC Y CUNSUROC presentan contaminación elevada de *E. coli* para dos tipos de alimentos evaluados (carne y ensalada), este resultado es repetitivo en dos de tres evaluaciones en CUNOROC lo que indica que el nivel de contaminación se debe a la manipulación inadecuada de alimentos y que hay peligro de contaminación cruzada por la posibilidad de que la contaminación propia de la carne cruda llegue a otros alimentos debido al uso de utensilios como cuchillos que pueden ser empleados sin previo lavado.

Con relación a los vegetales crudos (dos muestras de ensaladas), la presencia de *E. coli* señala que el lavado de manos y la posterior manipulación

de estos fueron inadecuados; por lo que podría deberse a contaminación cruzada durante el tiempo de almacenamiento previo al servicio.

Por otro lado, la contaminación de los alimentos se relaciona con que en la mayoría de los expendios se encontró que la protección de los alimentos era con cubiertas de plástico, favoreciendo la creación de microclimas para la multiplicación bacteriana.

En CUNSUR se presentó únicamente un caso de contaminación por *E. coli* proveniente de una muestra de carne; lo que posiblemente evidencia el deficiente lavado de manos de algún manipulador de alimentos en ese día, así mismo, la falta de control de higiene en los utensilios empleados.

En las muestras de pasta o arroz no se encontró presencia de *E. coli* en ningún centro regional, ésto puede relacionarse con la forma de preparación de las mismas ya que este tipo de alimento lleva menos manipulación y debe cocinarse a una temperatura más elevada.

El 60 % de las cafeterías (CUNOROC, CEMA, CUDEP, CUNORI, CUNSUR, CUNSURORI), mejoró sus resultados entre cada muestreo tomando en cuenta las recomendaciones sugeridas como: la higiene para de preparar los alimentos, la limpieza de áreas de proceso, la desinfección de verduras, la separación de alimentos crudos de los cocidos. Sin embargo, el 40% no disminuyó en sus recuentos de contaminación fecal, lo que indica que es necesaria la regulación sanitaria por parte de la Unidad de Salud para aplicar las medidas oportunas que permitan llevar un control eficiente en la calidad de alimentos de todos los Centros Regionales de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

## X. CONCLUSIONES

1. La Auditoria de Buenas Prácticas de Manufactura permitió conocer la variabilidad de riesgos asociados a la calidad microbiológica de los alimentos.
2. La mayoría de las de las cafeterías de los Centros Universitarios no ofrecen espacios aptos y suficientes para la limpieza, lavado y desinfección de alimentos, además no todos tienen abastecimiento de agua potable por lo que no tienen las condiciones mínimas necesarias para expender alimentos.
3. Existen cafeterías en los Centros Regionales de la Universidad de San Carlos de Guatemala que venden almuerzos con niveles elevados de contaminación fecal; lo que es un alto riesgo para la salud de los consumidores.
4. El 70% (70 de 10) de todas las cafeterías evaluadas sobrepasan el límite para recuento de coliformes fecales en por lo menos una muestra de carne, el 50% (5 de 10) lo sobrepasan en por lo menos una muestra de pasta o arroz y el 70 % (7 de 10) de las cafeterías, sobrepasan el limite establecido para coliformes fecales, en por lo menos una muestra de ensalada.
5. El 40 % (4 de 10), de las cafeterías evaluadas presentaron *E. coli* en por lo menos una muestra de carne, el 30 % (3 de 10), de las cafeterías presentan *E. coli* en por lo menos una muestra de ensalada.
6. Los alimentos crudos (como ensaladas) presentaron mayores índices de contaminación fecal, en comparación con los alimentos cocinados.
7. Todas las cafeterías evaluadas en los Centros Regionales mostraron contaminación fecal en por lo menos en un tipo de alimento.

## **XI. RECOMENDACIONES**

1. Es importante tener controles para las personas y para los procedimientos de elaboración de alimentos, a fin de disminuir las posibilidades de riesgo para la salud al ingerir alimentos contaminados.
2. Es necesario realizar estudios similares a la presente tesis tomando en cuenta el análisis de cualquier tipo de alimento que se expendan en las cafeterías de los Centros Regionales de la Universidad de San Carlos.
3. Deben implementarse programas permanentes de capacitación en buenas prácticas de manufactura de alimentos, higiene personal y otros a los manipuladores de alimentos con el fin de evitar posibilidades de contaminación de los alimentos.
4. Las autoridades universitarias correspondientes deben velar porque las cafeterías formales e informales de los Centros Regionales tengan los servicios sanitarios mínimos para los manipuladores de alimentos para un mejor funcionamiento.
5. Debe mejorarse la forma de preparación de alimentos crudos, a fin de reducir los niveles de contaminación en los almuerzos preparados para los consumidores de los Centros Regionales.

## XII. REFERENCIAS

1. Urizar, L. *et al.* Determinación de la presencia de enterobacterias en las manos del personal que elabora en puestos de comida preparada, circundantes a la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la USAC. Guatemala: Universidad de San Carlos, Doc. Tec. 2001. 75p. (2-54).
2. Elías, L.G. Inocuidad de Alimentos y su Importancia en la Alimentación. 2 ed. Mexico: 1995. 106p.
3. Monge, R., Arias, M. Calidad Microbiológica de alimentos vendidos en las fiestas populares. CRM 1991;128: 7-24.
4. Muralles, B.A. Determinación del contenido de Coliformes y *E. coli* en tres porciones de los almuerzos que se venden en 10 cafeterías de la ciudad Universitaria.(tesis de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia) 2002. 32p.
5. Miranda, T. Informe de avance; Programa de Control Sanitario en Mercados, Restaurantes, Cafeterías y Comedores en la Ciudad de Guatemala. Guatemala: LUCAM, Doc. Tec. 1,994(p. 1-19).
6. Cuellar, J. Situación de la venta de alimentos en las calles de América Latina y el Caribe. Ponencia presentada en el taller latinoamericano FAO/OPS sobre control de los alimentos que se venden en las calles. Montevideo:Uruguay. Doc. Tec. N. 85, 1,994.25p.
7. Mendez, L. Microbiología de los alimentos de venta callejera en 1993.Guatemala. Doc. Tec. 1994. 13p.
8. Hill, P. Cevera, J. Glapes R. Alimentación y Dietoterapia. 2 ed. Interamericana McGraw-Hill Mexico.1995. 375p.
9. Sapers, G.M. Millar, R.L. Pilizota, V. Antimicrobial treatments for minimally processed cantaloupe melon. J Food Protec. 2001;66: 345-349.

10. Arévalo, H.F. Determinación de *Salmonella* sp y *Shigella* sp en carne y vegetales crudos empleados como materia prima en las cafeterías de la Ciudad Universitaria (tesis de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia) 2003. 81p.
11. Adams, MR.,Moss,MO. Microbiología de los Alimentos. Vergés,MR trad. Zaragoza:Acribia, S.A., 1,997. 464p. (p.100-115, 241-254,255-258).
12. Hobbs, B., Roberts, D., Higiene y toxicología de los alimentos. Ducar,M. 3 ed. Zaragoza: Acribia, S.A. 1,997.200p. (p.147-149).
13. Instituto de Nutrición e Higiene de los Alimentos. Análisis de las Enfermedades Transmitidas por Alimentos en Cuba. Rev. Cubana Al Nutr.1,997; 15:24-28.
14. De Venter T. Conferencia sobre comercio internacional de alimentos a partir del año 2000: Decisiones basadas en criterios científicos, armonización, equivalencia, y reconocimiento mutuo. Australia: Depto. De salud Sudáfrica, Doc. Tec. 2000. < <http://www.fao.org/htm>> Consultado:15 abril 2006.
15. Todd E. Epidemiología de las enfermedades transmitidas por alimentos. Un examen mundial.USA: Doc. Tec.1997.<<http://www.ins.gov.co/epidemiologia>> Consultado:10 abril 2006.
16. Frazier W.C., Westhoff, D. Food microbiology. 3 ed. New York: McGraw-Hill Inc. 1998.540p. (p.419-424, 446-447).
17. Zoilo Cuellar. Causas infecciosas de diarrea aguda. Iladiba. Diciembre 2002; 19:5-7. <<http://www.iladiba.com.co/revista/2005/07/default>. >Consultado: 29 julio 2005.
18. Ministerio de Salud Pública. Situación actual del estado de salud de la población.Guatemala:Do.Tec.2002.<<http://segeplan.gob.gt/Ministerio/MSPAS>> Consultado: 5 de junio 2006.

19. Ministerio de Salud Pública. Situación de los principales eventos de Vigilancia Epidemiológica. Guatemala: DocTec. Diciembre 2004 <<http://www.mspas.gob.gt>> Consultado: 15 de agosto 2006
20. Sistema Regional de Información para la Vigilancia de las Enfermedades Transmitidas por Alimentos (SIRVETA). Home page. 2000. <[http://www.panalimentos.org/sirveta/e/report\\_eta01.asp](http://www.panalimentos.org/sirveta/e/report_eta01.asp)> Consultado: 12 de septiembre 2006.
21. FAO. Informe Técnico final y relación final. Protección al consumidor en relación a los posibles riesgos por el consumo de comida callejera. Roma: Doc.Tec. 1993. 30p. (p.12-25). <<http://www.fao.org/Lamerica/htm>> Consultado: 12 de septiembre de 2006.
22. Panalimentos OPS/OMS. Por la equidad de alimentos Inocuos. Home Page. 2002. <<http://www.panalimentos.org>> Consultado: 15 agosto de 2006.
23. Ministerio de Salud Pública de Perú. Boletín Epidemiológico semanal. Perú: Doc. Tec. 2004. <<http://www.oge.sld.vigilancia/boletines>> Consultado: 15 agosto 2006.
24. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. Informe Final de la reunión del Cono Sur sobre la venta de alimentos en la vía pública. Sao Paulo: Brasil. RLA/NUT. 1991; 51: 25-40.
25. Di Pietro, S. *et al.* "Vigilancia Epidemiológica de Enfermedades Transmitidas por Alimentos en la provincia de Rio Negro, Argentina". Buenos Aires: Argentina. 2004. <<http://www.medicinabuenosaires.com>> Consultado: 12 septiembre de 2006.
26. Nomdedeu, C. *et al.* Manual para Manipuladores de alimentos Genérico. Madrid: Cecoma. 2002. 86p. (p.12-22,34-56).
27. Heaton, E., Survival of *E.coli* 0157:H7 applied to cantaloupes and the effectiveness of chlorinated water and lactic acid as disinfectants. TOJ Unesco MirgenNet. 2003; 19: 867-873.

28. FAO/OPS/OMS. Informe final de la Consulta Técnica FAO/OPS/OMS sobre inocuidad y comercialización de alimentos frente a la epidemia de colera en las Américas. Buenos Aires: Argentina. Doc.Tec.1992.34p. (p.15-30).
29. Avarra, E. Principios de Control Microbiológico de Alimentos Santiago: Chile.Doc.Tec.2002. <[www.fao.org/Regional/LAmerica/prior/com](http://www.fao.org/Regional/LAmerica/prior/com)> Consultado: 15 de agosto de 2006.
30. Menchú, D. Evaluación de la Calidad Microbiológica de los Alimentos Vendidos en la Vía Pública, en Áreas de Venta Callejera del Departamento de Guatemala considerado como riesgo por el Departamento de Registro y Control de Alimentos del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. Guatemala: Universidad de San Carlos, (tesis de graduación, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia) 1996. 53p. (4-6, 22, 39-40).
31. Abbey, S.D., Heaton, E.R., Goleen, D., Beuchat, L.R. Microbiological and sensory quality changes in wrapped and unwrapped sliced watermelon. JFood Protec.1988;51:531-537.
32. Vanderzant, C., Splittstoesser, D. Compendium of Methods for the Microbiological Examinations. 3 ed. Washington: American Public Health association.1992.132p. (p. 105-135).
33. Marvin, L. S. Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods. 2 ed. New York: American Public Health Association.1986. 702 p. (p. 278-279).
34. Almeida, C. *et al.* Contaminación Microbiana de los Alimentos Vendidos en la Vía Pública en ciudades de América Latina.OPS: 1996.176p. (p.12-21).
35. Armas, J. F. Cuantificación de Coliformes y Determinación de *Salmonella* en pescados del lago de Amatitlán. Guatemala: Universidad de San Carlos, (tesis de graduación, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia) 1998.52p. (p. 12-14).

36. McCance, M., Harrigan, W. Laboratory of Methods in Food and Dairy Microbiology. 4 ed. London: Academy Press Inc.1979. 451 p. (p. 131,139-141).
37. Jawetz, M. Microbiología Médica. 15 ed. Mexico: Editorial el Manual Moderno. S.A. 1995.807p. (p.254-264).
38. Pelczar, R. Microbiología. 4 ed. Mexico: McGraw-Hill .1995. 801p.
39. Parish, M. E. Coliforms, *E. coli*, and *Salmonella* serovars associated with citrus-processing facility implicated in an *Salmonella* outbreak. J Food Protec. 1998;61:280-284.
40. Tarrago, N.S. *Escherichia coli* 0157:H7, aspectos generales. Rev. Cubana de Pediatr 1997; 56:1-6.
41. Guía de Interpretación de Coliformes y *E. coli* . USA. 3M petrifilm. Doc. Tec. 8p. (p. 1-8).
42. Cifuentes, DH. Análisis bacteriológico de alimentos de consumo en la USAC. Guatemala: Universidad de San Carlos. (tesis de graduación, Facultad de Veterinaria y Zootecnia )1985.87p.
43. Cordón, ML. Proyecto de un programa de control microbiológico de alimentos. Guatemala: Universidad de San Carlos, Doc. Tec. 1991.4p. (p. 1-4).
44. Cordón, MR. Informe de actividades de la comisión para la prevención del cólera en el campus universitario. Guatemala: Universidad de San Carlos, Doc. Tec. 1991.3p.(p.1-3).
45. Programa Universitario de Investigación Interdisciplinaria en Salud. Factores de riesgo en el consumo de alimentos en la ciudad universitaria. Guatemala: Universidad de San Carlos, Doc. Tec. 1991.9p. (p. 1-9).
46. DIGI. DIAJ. Proyecto final del reglamento para la actividad comercial dentro de las instalaciones y ambientes de la USAC, Guatemala: Universidad de San Carlos, Doc. Tec. 1991. 5p.(p.1-5).

47. De Koper S. Informe final del Control Microbiológico de Alimentos. Guatemala: Universidad de San Carlos, Doc. Tec. 1994.26p. (p. 1-26).

48. Bienestar Estudiantil. Unidad de Salud. USAC. Informe de labores correspondientes de Enero a Noviembre de 1995. Guatemala: Universidad de San Carlos, Doc. Tec. 1995. 18p. (p.1-18).

49. Bienestar Estudiantil. Unidad de Salud. USAC. Informe de labores correspondientes de Enero a Noviembre de 1996. Guatemala: Universidad de San Carlos, Doc. Tec. 1996. 14p. (p.1-14).

50. Acta Número 28-2003. Consejo Superior Universitario. Noviembre 2003.20p. (p.1-20).

## ANEXOS

- Anexo 1:** Información general de microorganismos asociados a ETA'S.
- Anexo 2:** Auditoria de Buenas Prácticas de Manufactura.
- Anexo 3:** Boleta de reporte de resultados del Laboratorio de Control de alimentos de la Unidad de Salud.
- Anexo 4:** Tabla de valores máximos aceptados para coliformes y *E. coli* en alimentos.
- Anexo 5:** Gráfica sobre rangos de interpretación de Auditoria de Buenas Practicas de Manufactura
- Anexo 6:** Gráfica de la determinación de coliformes fecales en las cafeterías de los centros regionales.
- Anexo 7:** Gráfica de la determinación de *E. coli* en las cafeterías de los centros regionales.

## ANEXO 1

Tabla 1. Concentraciones de agentes causales de ETA's consideradas como riesgo.

Microorganismo	Concentración UFC/g considerada como riesgo
<i>Vibrio cholerae</i>	Mayor o igual a $10^6$
<i>S. aureus</i>	Mayor o igual a $10^4$
<i>B. cereus</i>	Mayor o igual a $10^4$
<i>Clostridium perfringens</i>	Mayor o igual a $10^4$
<i>Salmonella</i> sp.	Presencia
<i>Shigella</i> sp.	Presencia
<i>E. coli</i> O157:H7	Presencia

---

UFC/g: Unidades Formadoras de Colonias por gramo de alimento

Referencia: Menchú, D. Evaluación de la Calidad Microbiológica de los Alimentos Vendidos en la Vía Pública, en Áreas de Venta Callejera del Departamento de Guatemala considerado como riesgo por el Departamento de Registro y Control de Alimentos del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. Guatemala: Universidad de San Carlos, (tesis de graduación, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia) 1996. 53p.





## ANEXO 4

Tabla 2

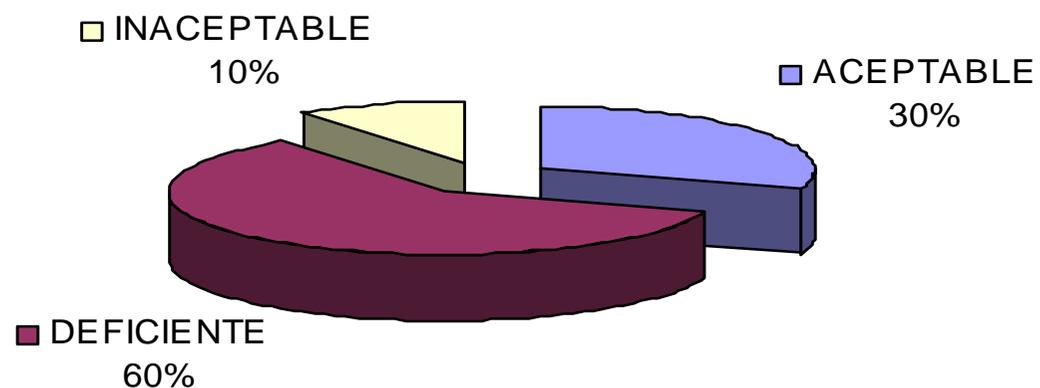
Valores Máximos aceptados para coliformes y *E. coli* en alimentos

Alimento	Microorganismo	Limite por ml o gramo			
		n	c	m	M
Queso procesado y empacado en contenedores no metales	Coliformes	5	2	10	10
	<i>E. coli</i>	5	0	0	-
Piezas de carne congelada con o sin huesos	<i>E. coli 0157</i>	5	0	0	-
Carne picada fresca sin trata, carne con soya, albóndigas, salchichas frescas y carne para hamburguesas.	Coliformes	5	2	50	5 x10 <sup>2</sup>
	<i>E. coli 0157</i>	5	0	0	-
Salchichas cocidas	Coniformes	5	2	5x10 <sup>2</sup>	5x10 <sup>3</sup>
Sopas de carne	Coliformes	5	2	10	10 <sup>2</sup>
Carne de ave ahumada	<i>E. coli</i>	5	0	0	-
Carne de aves preparada y congelada para ser recalentada antes de comer	<i>E. coli0157</i>	5	0	0	-
	Coliformes	5	2	10	-
Carne cangrejo	<i>E. coli</i>	5	1	10	5x10 <sup>2</sup>
Camarón empanizado congelado	Coniformes	5	2	10	5x10 <sup>2</sup>
Ensalada de col, cebolla, zanahoria y mayonesa	<i>E. coli</i>	5	2	10	10 <sup>2</sup>
Ensalada de vegetales crudos	<i>E. coli</i>	5	2	10	10 <sup>2</sup>
Salsa para ensalada mayonesa y mostaza	<i>E. coli</i>	5	0	0	-
	Coliformes	5	1	10	10 <sup>2</sup>
Pastas secas con o sin relleno	<i>E. coli</i>	5	0	0	-
	Coliformes	5	2	10	10 <sup>2</sup>

Referencia: Comision de Codex Alimentarius. Join FAO/Who Food Standards programme CODEX coordinating committee for the near east. 2da. Session. Cairo: Egipto.Doc. Tec. www.codexalimentarius.net. 2003.20p.

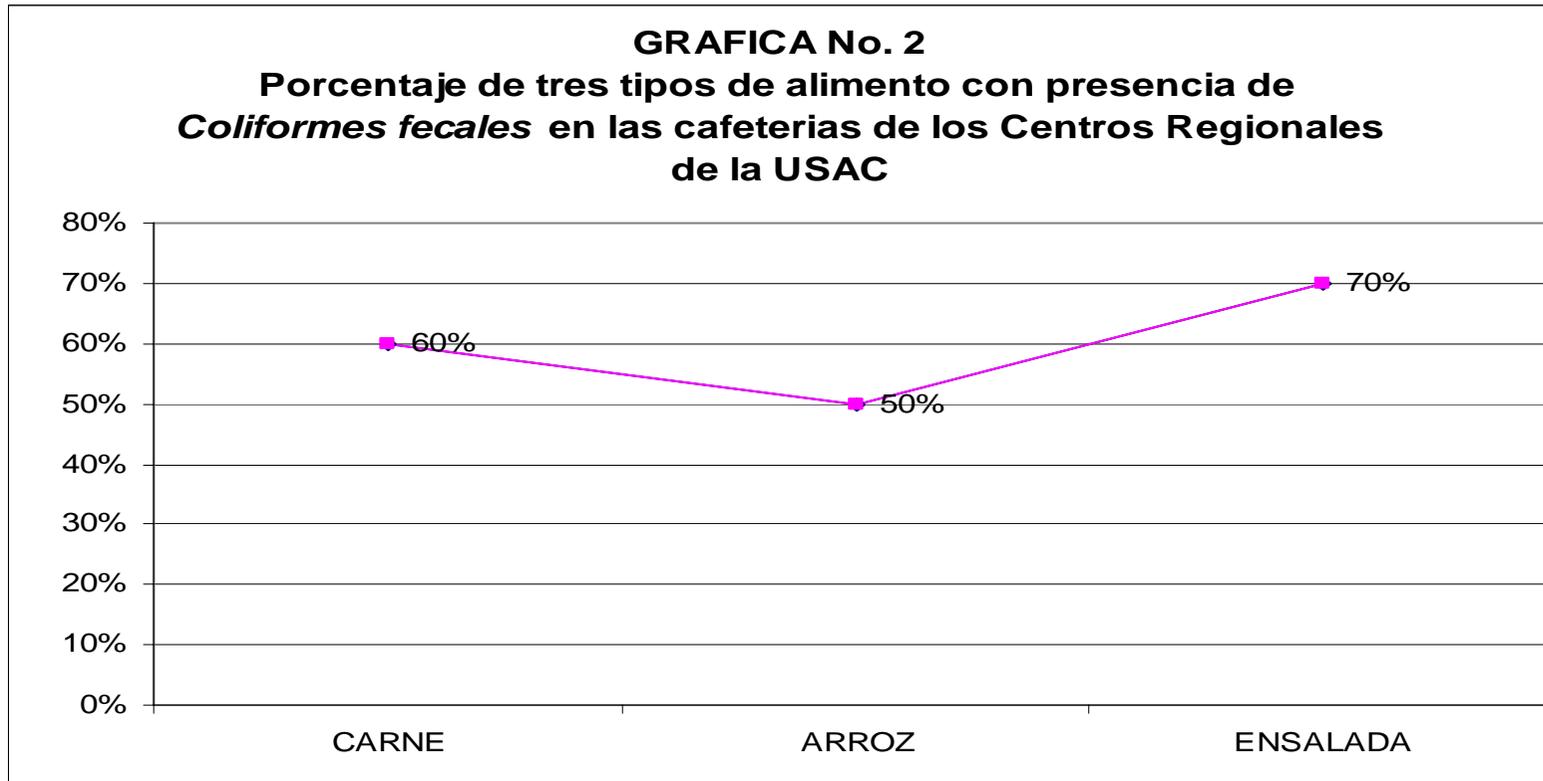
## ANEXO 5

**GRAFICA No. 1**  
**Porcentaje de cafeterias incluidas en los diferentes rangos de interpretacion de punteos de Auditorias en los Centros Regionales de la USAC.**



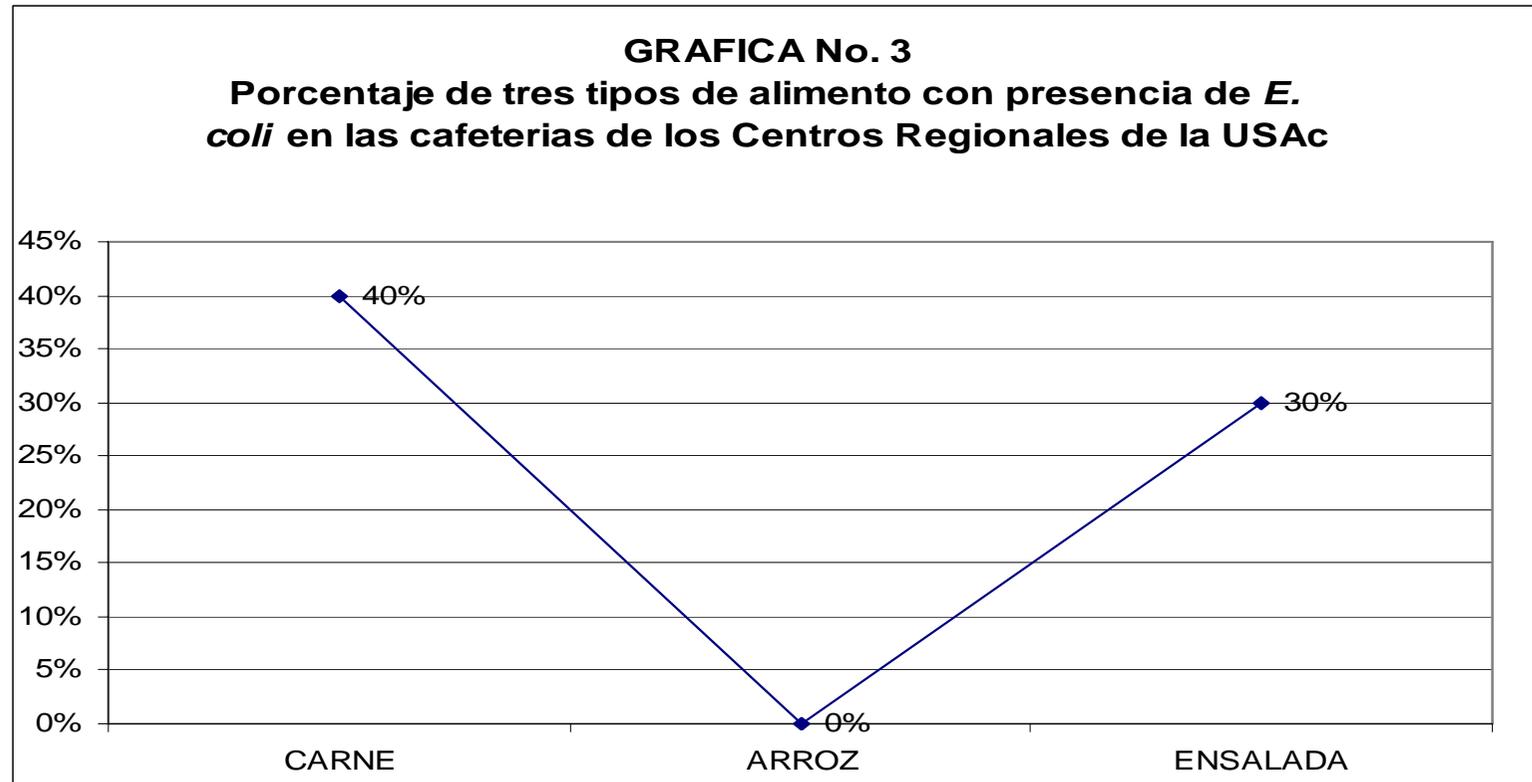
Fuente: Datos experimentales obtenidos de la Auditoria realizada en cada Centro Regional Universitario.

## ANEXO 6



FUENTE: Datos experimentales obtenidos en el laboratorio de control de alimentos de Unidad de Salud/BEU.

## ANEXO 7



FUENTE: Datos experimentales obtenidos en el laboratorio de control de alimentos de Unidad de Salud/BEU.