

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS
PROGRAMA DE POSGRADO EN AGRONOMIA TROPICAL
SOSTENIBLE**

**RASTREABILIDAD DE HORTALIZAS PARA DETERMINAR SU
INOCUIDAD BIOLOGICA**

**Tesis sometida a la consideración del Comité Académico y de
Tesis del Programa de Posgrado en Agronomía Tropical
Sostenible, para optar al grado de:**

**MAESTRA EN CIENCIAS EN:
AGRICULTURA SOSTENIBLE**

Por

CORALIA DE LOS ANGELES GONZÁLEZ



SAN SALVADOR EL SALVADOR, C.A.

2006

Tesis aceptada por la coordinación del Programa de Posgrado en Agronomía Tropical Sostenible de la Facultad de Ciencias Agronómicas y aprobada por el comité de tesis del estudiante como requisito parcial para optar al grado de:

**MAESTRA EN CIENCIAS EN:
AGRICULTURA SOSTENIBLE**

Ing. M.Sc. Andrés Wilfredo Rivas Flores

Profesor Consejero

Firma

Ing. M.C. José Miguel Sermeño Chicas

Miembro del Comité

Firma

Lic. M.Sc. Coralia Figueroa de Murillo

Miembro del Comité

Firma

Ing. M.C. Raúl Iraheta Villatoro

Coordinador del Programa de Posgrado

Firma

Lic. Coralia de los Angeles González

Candidato

Firma

AGRADECIMIENTOS

A el profesor consejero Ing. M.Sc. Andrés Wilfredo Rivas Flores, por su valioso tiempo, apoyo, paciencia y orientación dedicada para realizar el trabajo de tesis.

A los miembros del comité: Ing. M.C. José Miguel Sermeño Chicas, por su orientación durante el desarrollo del trabajo en las observaciones y correcciones para la obtención de un mejor trabajo.

A la Lic. M.Sc. Coralia Figueroa de Murillo, por su amistad, ayuda y orientación brindada en el transcurso de la realización de la tesis.

Al coordinador del programa de posgrado Ing. M.C. Raúl Iraheta Villatoro, por su tiempo en la presentación del trabajo.

Y a todas aquellas personas que en una forma directa o indirecta colaboraron con la realización de este trabajo.

GRACIAS

ÍNDICE

Contenido	Página
Resumen	6
Abstract	9
Índice de cuadros	12
Índice de figuras	13
Índice de anexos	14
1. INTRODUCCION	15
2. REVISION DE LITERATURA	18
2.1 Producción de hortalizas	18
2.2 Microorganismos a determinar	20
2.2.1 Coliformes totales	20
2.2.2 Coliformes fecales	21
2.2.3 <i>Escherichia coli</i>	21
2.2.4 <i>Salmonella</i>	22
2.2.5 Protozoos	23
2.2.5.2 <i>Giardia sp...</i>	23
2.2.5.3 Helmintos	23
2.3 Fuentes de contaminación	24
2.4 Importancia de la calidad e inocuidad en hortalizas	27
2.4.1 Inocuidad en hortalizas frescas	28
2.4.1.1 En el campo	28
2.4.1.2 En la empacadora	28
2.4.1.3 Durante el transporte	28
2.4.1.4 En los centros de distribución	29
2.4.1.5 En los centros de venta al detalle	29
2.4.2 Estrategias para el control	29
2.4.3 Objetivos de los programas de aseguramiento de la calidad	30
2.4.4 Seguridad	30
2.4.5 Desinfección de hortalizas	31
2.4.6 Obtención de un producto de calidad	32
2.5 Buenas Prácticas Agrícolas (BPA)	33
2.5.1 Buenas Prácticas Agrícolas en el terreno	36

2.5.2 Selección de variedades, cultivares	37
2.5.3 Buenas Prácticas Agrícolas relacionadas con el agua	39
2.6 Buenas Prácticas de manufactura	44
2.7 Sistemas HACCP	47
2.8.1 Puntos Críticos de Control	47
2.9 Rastreabilidad	48
3. MATERIALES Y MÉTODOS	49
3.1 Ubicación del área de estudio	49
3.2 Descripción de la metodología	50
3.2.1 Fase de campo	50
3.2.1.1 Encuestas en las Unidades de Salud	50
3.2.1.2 Visitas a los mercados y supermercados	50
3.2.1.3 Visitas a los lugares de producción	51
3.2.1.4 Análisis microbiológicos	52
3.2.1.5 Prueba de “t” para determinar la diferencias	52
3.3 Fase de laboratorio	52
3.3.1 Muestras	52
3.3.2 Identificación de la muestra	53
3.3.3 Procedimiento para el muestreo	53
3.3.4 Preparación de diluciones	53
3.3.4.1 Prueba para determinar Coliformes totales, fecales y <i>Escherichia coli</i> .	54
3.3.4.2 Determinación de <i>Salmonella</i>	54
3.3.4.3 Determinación de parásitos.	54
3.3.4.4 Calidad sanitaria de las hortalizas	55
4. RESULTADOS Y DISCUSION.	56
5. CONCLUSIONES.	85
6. RECOMENDACIONES.	87
7. LITERATURA CITADA.	89
8. ANEXOS.	

González, C. 2006. Rastreabilidad de hortalizas para determinar su inocuidad biológica. Tesis M.C. Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas, 100 p.

Palabras claves: Rastreabilidad, inocuidad, contaminación por coliformes, *Escherichia coli*, parásitos.

RESUMEN

El estudio se inicio en Enero de 2004 y finalizó en Abril de 2005. Se realizó en dos fases: Una preliminar que consistió en recopilar información en las Unidades de Salud sobre las enfermedades gastrointestinales y parasitarias que padecen las personas que asisten a las unidades de salud de: San Miguelito, Zacamil, San Jacinto, San Antonio Abad y Lourdes para conocer cuales son los medicamentos recetados por el médico, y calcular los costos en que incurren estas familias.

Encuestar a los vendedores de mercados y supermercados para conocer el origen de las hortalizas, condiciones higiénicas de los manipuladores, así como las condiciones ambientales y hacer un reconocimiento de los lugares de producción para recolectar información, sobre las Buenas Prácticas Agrícolas realizadas por los agricultores de Las Pilas, Distrito de Riego del Valle de Zapotitán, Chimaltenango y Quezaltenango en Guatemala.

Una fase práctica que comprendió la realización de análisis microbiológicos para detectar la presencia de coliformes totales, fecales, *Escherichia coli*, *Salmonella* y parásitos, en un total de 162 muestras de 9 diferentes clases de hortalizas que habitualmente se consumen crudas. Nueve muestras de cada hortaliza fueron analizadas, 81 muestras en la época seca y 81 muestras en la época lluviosa, de Julio de 2004 hasta Enero de 2005, en el laboratorio de Microbiología de Alimentos del Centro de Investigación y Desarrollo en Salud, (CENSALUD), Universidad de El Salvador, analizando muestras procedentes de los Supermercados Selectos, la Despensa de Don Juan, y los mercados San Jacinto, la Tiendona, Zacamil, San Antonio abad, San Miguelito, Modelo y Central.

Durante la época seca los niveles de coliformes fecales y *Escherichia coli* fueron mayores, sin existir una diferencia significativa ($p < 0.05$), con respecto a la época lluviosa.

La cantidad de coliformes fecales y *Escherichia coli* se aumentó en la época seca, principalmente en rábano, cilantro, lechuga y apio.

Huevos de *Endolimax nana*, *Entamoeba coli*, *Giardia intestinales*, *Ascaris lumbricoides*, fueron los parásitos que más se encontraron en las hortalizas como: cilantro, tomate, rábano, apio, lechuga, cebolla, repollo, procedentes de los mercados. La presencia de *Salmonella sp* se detectó en una muestra de lechuga y rábano procedentes del mercado La Tiendona y analizados en época seca.

En la época seca se presentó mayor contaminación por parásitos, aunque siempre presentaron contaminación por Coliformes y *Escherichia coli*.

Las hortalizas analizadas procedentes de los supermercados presentaron menor contaminación que las procedentes de los mercados, presentándose mayor contaminación en época seca que en la lluviosa, aunque no se observó una diferencia significativa. De las hortalizas procedentes de la Despensa de Don Juan, analizadas en la época lluviosa, las contaminadas fueron las muestras de cilantro, rábano, apio y tomate, las cuales dieron resultado positivo para Coliformes totales, fecales, *Escherichia coli* y parásitos como *Ascaris lumbricoides* y *Giardia intestinalis*.

Los parásitos encontrados en mayor porcentaje en época lluviosa y seca en todos los análisis fueron: *Giardia intestinalis*, *Áscaris lumbricoides*, *Endolimax nana*, y en menor porcentaje *Entamoeba coli*, *Entamoeba histolítica*, *Tenia sp*. En época seca se encontró: *Giardia intestinalis* en un 100% en apio, cilantro, en un 67% en muestras de lechuga, cebolla, rábano procedentes de los mercados: San Miguelito, Modelo, Zacamil, San Antonio Abad, Central, San Jacinto y en un 22% en tomate y repollo procedentes del mercado Central.

Al visitar los lugares de producción se pudo observar que los agricultores no aplican totalmente las Buenas Practicas Agrícolas, ya que, no todos utilizan agua potable, el riego por goteo, además se presentan viviendas dentro del área de cultivo, hay animales en las áreas de cultivo, se observó basuras cercanas a las áreas cultivadas, algunos no lavan las hortalizas después de cosecharlas ni las desinfectan y así son despachadas a los diferentes lugares de envío. La forma de transporte hacia los lugares de venta es inadecuada. Los vendedores no manipulan higiénicamente las hortalizas, así como la conservación no es la recomendada. Las hortalizas más contaminadas procedían de los mercados La Tiendona, Modelo y Central.

González, C. 2006. Rastreability of vegetables to resolve biological innocuous. Thesis M.C. El Salvador University, Sciences Agronomic Faculty, 100 p.

Key words: Rastreability, Innocuous, contamination of coliforms, *Escherichia coli*, parasites.

ABSTRACT.

The study was realized since January 2004 until April 2005.

The investigation was realized in two phases: A preliminary that consisted en recollect information in the Health units about the gastrointestinal and parasitic diseases that the people that assist to this Health units and to have knowledge about what are the prescribed medication in this Health units to calculate the costs that this families have to pay.

To have information about the sales people on the market and supermarkets to know the origin of the vegetables, the hygienic conditions of the manipulators, so the ambient conditions to make an acknowledgement of the production places to recollect information making use of a survey about the goods agricultural practices realized by the zone tillers.

The practice phase consisted comprehended the realization of the microbiological analysis in order to detect the presence of total coliforms, *Escherichia coli*, *Salmonella* and parasites, in a total of 162 samples of 9 different classes of vegetables that habitually are consumed uncooked. Nine samples of each vegetal were analyzed, eighty-one samples in the dry epoch and eighty-one in the rainy epoch. In July 2004 until January 2005, in the Centre of Investigation and Development in Health, microbiology of food laboratory, University of El Salvador.

These samples were of the Supermarket Selectos, la Despensa de Don Juan, and market San Jacinto, la Tiendona, Central, Zacamil, San Antonio Abad, San Miguelito and Modelo.

During the dry epoch the levels of faecal coli forms and *Escherichia coli* were bigger, but a significant difference wasn't found ($p < 0.05$) compared to the rainy epoch.

The amount of faecal coli forms and *Escherichia coli* augmented in the dry epoch, principally in the radish, cilantro, lettuce and celery.

Endolimax nana, *Entamoeba coli*, *Giardia intestinal* and *Ascaris lumbricoides* eggs, were the parasites most found in the vegetables that come of the markets mainly: cilantro, tomato, radish, celery, lettuce, onion and cabbage.

The major percentage of positive samples of the vegetables that came of the market were found during the dry epoch, not founding a significant difference between the two epochs. The presence of *Salmonella* sp was detected in to classes of vegetables: lettuce and radish both came of the market la Tiendona and were analyzed in the dry epoch.

Of the analysis realized in the supermarkets, presenting major contamination in the dry epoch that in the rainy, but wasn't observed a significant difference.

The analysis realized in the supermarket presented most contamination in the dry epoch that in the rainy, but the difference observed was not significant, the most contaminated vegetables sold at La Despensa de Don Juan and analyzed in the rainy epoch were the samples of cilantro, radish, celery, and tomato, which resulted positive to total coliforms, fecales, *Escherichia coli* and parasites as *Ascaris lumbricoides* and *Giardia intestinalis*.

The dry epoch presented major contamination caused by parasites; although contamination caused by coliforms and *Escherichia coli* was present too. Its important to mention that some of the vegetables of early consume have their origin in our country. The parasites found in major percentage on the rainy and dry epoch were: *Giardia intestinalis*, *Áscaris lumbricoides*, *Endolimax nana*, and in lesser percentage *Entamoeba coli*, *Entamoeba histolítica*, *Tenia sp*.

On the same epoch was found: *Giardia intestinalis* in 100% on celery, cilantro, in a 67% in the samples of lettuce, onion, radish whit origin in the markets: San Miguelito, Modelo, Zacamil, San Antonio Abad, Central, and San Jacinto and in 22% in tomato and cabbage whit origin in Central.

Visiting the production places we could see that farmers don't apply the correct farming practices, due to they use don't potable water, not all use the irrigation by leaking, they present houses inside the cultivation area, there are animals in the cultivation area, we could see thrash near the cultivated areas, they don't wash the vegetables after harvest them or even disinfect them. The transport way to the sales places is not suitable. All this contributes to the contamination of the vegetables of fresh consumption.

The vegetables with more contamination were of the Tiendona, Modelo and Central.

INDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
Nº		Nº
1	Consumo aparente estimado en función del área sembrada y las importaciones.	20
2	Limites Microbianos	55
3	Costos por tratamiento en Unidades de Salud.	57
4	Determinación de coliformes totales, fecales, <i>Escherichia coli</i> y parásitos en muestras de apio. Época lluviosa y época seca.	66
5	Determinación de coliformes totales, fecales, <i>Escherichia coli</i> y parásitos en muestras de cebolla. Época lluviosa y época seca	68
6	Determinación de coliformes totales, fecales, <i>Escherichia coli</i> y parásitos en muestras de cilantro. Época lluviosa y época seca.	70
7	Determinación de coliformes totales, fecales, <i>Escherichia coli</i> y parásitos en muestras de lechuga. Época lluviosa y época seca.	72
8	Determinación de coliformes totales, fecales, <i>Escherichia coli</i> y parásitos en muestras de pepino. Época lluviosa y época seca.	73
9	Determinación de coliformes totales, fecales, <i>Escherichia coli</i> y parásitos en muestras de rábano. Época lluviosa y época seca.	74
10	Determinación de coliformes totales, fecales, <i>Escherichia coli</i> y parásitos en muestras de repollo. Época lluviosa y época seca.	75
11	Determinación de coliformes totales, fecales, <i>Escherichia coli</i> y parásitos en muestras de zanahoria. Época lluviosa y época seca.	76
12	Determinación de coliformes totales, fecales, <i>Escherichia coli</i> y parásitos en muestras de tomate. Época lluviosa y época seca.	77
13	Hortalizas procedentes de diferentes mercados y su procedencia. Época Seca.	81
14	Hortalizas procedentes de diferentes mercados y su procedencia. Época lluviosa.	82

INDICE DE FIGURAS

Figura		Página
Nº		Nº
1	Zona de producción de hortalizas en el país.	18
2	Fuentes de contaminación de hortalizas frescas.	25
3	Aspectos a considerar en las Buenas Practicas Agrícolas.	35
4	Etapas donde se pueden contaminar las hortalizas.	45
5	Zona de producción de hortalizas visitadas.	49
6	Mapa de mercados del área Metropolitana.	51
7	Casa dentro del área de cultivo.	59
8	Animales dentro del área de cultivo.	59
9	Riego por aspersión.	60
10	Distrito de riego Lempa Acahuapa	60
11	Policultivo.	61
12	Transporte de repollo a granel	62
13	Recolección de zanahorias .Guatemala.	63
14	Puesto de ventas de hortalizas en mercado.	64
15	Venta de hortalizas en supermercado.	64

INDICE DE ANEXOS

- 1 Tabla de número más probable (NMP) de microorganismos por gramo.
- 2 Encuestas de mercados y supermercados.
- 3 Cuestionario para toma de datos en las unidades de salud.
- 4 Formulario toma de datos en las zonas de producción.
5. Comparación de medias de datos apareados. Prueba de T.
6. Modelo de Rastreabilidad.
7. Técnica para determinar Coliformes totales, fecales, *Escherichia coli* en muestras de Hortalizas utilizando la técnica del NMP.
8. Determinación de coliformes totales, fecales y *Escherichia coli* utilizando técnica del Número más probable.

1. INTRODUCCION

La rastreabilidad alimentaria se refiere a la capacidad de rastrear un alimento desde su origen hasta el consumidor, dando lugar a una identificación fiable de sus ingredientes, un control sanitario y un seguimiento del alimento durante toda la cadena de producción.

A través del rastreo se puede averiguar la procedencia de productos alimentarios. Un sistema para identificar la procedencia de productos frescos no puede por si solo impedir el riesgo de contaminación microbiana que resulta en un brote de enfermedad transmitido por los alimentos, pero si puede servir de importante complemento a las buenas prácticas de manejo, al permitir evitar la repetición de problemas de este tipo. La información que se obtiene mediante dicho sistema ayuda a identificar y corregir el riesgo y evitar la contaminación de otros productos u operaciones agrícolas. Es posible que los alimentos nunca puedan estar completamente libres de riesgos de contaminación. Sin embargo si se dispone de un efectivo sistema de rastreo, se pueden obtener pistas que conduzcan a una región, instalaciones de empaque, una finca específica, en vez de tener que culpar a la totalidad de un producto de una región o país. (Rastreabilidad en...2005).

Un componente esencial para asegurar la inocuidad de los alimentos es la planificación de programas de aseguramiento de la calidad a lo largo de la cadena alimentaria. La aplicación de Buenas Prácticas Agrícolas y Buenas Prácticas de Manufactura son necesarias como prerrequisito para el control y aseguramiento de la calidad e inocuidad de hortalizas frescas (OIRSA/VIFINEX, 2002).

El mismo autor señala que los nuevos requerimientos y exigencias sanitarias en el mercado internacional para el comercio de hortalizas frescas, imponen grandes desafíos para los países productores y exportadores, los cuales deben intensificar esfuerzos para mantener la presencia en los mercados consumidores. Los gobiernos tienen derecho de adoptar las medidas sanitarias y fitosanitarias que sean necesarias para proteger la vida y la salud humana (inocuidad de los alimentos), ya que la falta de inocuidad en los alimentos presenta graves consecuencias como: gastos de tratamientos médicos, pérdidas de producción o de ingresos como consecuencia de la morbilidad, invalidez o muerte prematura, pérdidas económicas, cultivos y productos deteriorados, rechazos, detenciones,

decomisos de las exportaciones, pérdidas o cierres de mercados, cierre de establecimientos por falta de higiene e inocuidad de los procesos de producción, limitando el desarrollo socioeconómico de los países y pérdida de la reputación comercial.

Desde el punto de vista de la salud pública, mejorar la velocidad y exactitud del rastreo de los alimentos causantes de brote, para localizar su origen, puede ayudar a reducir la población en riesgo. Si el rastreo se lleva a cabo en forma rápida y eficaz también se puede reducir al mínimo el gasto necesario de recursos de salud pública, así como impedir que el consumidor rechace el producto.

Según Chaidez (2002), una gran variedad de factores contribuyen a la contaminación de hortalizas por microorganismos causantes de enfermedades a los humanos. Algunos de los factores que se consideran de riesgo en la calidad microbiológica de los productos frescos incluyen: el uso de agua de riego contaminada con heces fecales de humanos y animales, procesos inadecuados de manejo en los campos de cultivo, prácticas deficientes de desinfección, condiciones inapropiadas durante el empaque, higiene deficiente de los trabajadores, el mal manejo durante almacenamiento y el transporte.

Se visitaron las unidades de salud de San Miguelito, San Jacinto, San Antonio Abad, Zacamil y Lourdes, con la finalidad de conocer a través de cuestionarios el número de personas que consultan por enfermedades gastrointestinales y parasitarias, sexo, edad y el tipo de medicamento recetado por el médico para poder calcular los costos en que incurren estos pacientes debido a la presencia de estas enfermedades las cuales están relacionadas con la ingesta de alimentos contaminados.

Se investigó el origen de las hortalizas: tomate, apio, cilantro, pepino, cebolla, zanahoria repollo, rábano y lechuga a través de encuestas formuladas a los vendedores, escogiéndose los lugares más representativos para la toma de muestras vendidas en los diferentes mercados y supermercados del área metropolitana, con la finalidad de identificar y cuantificar los diferentes contaminantes microbiológicos como los Coliformes totales, Coliformes fecales, *Escherichia coli*, *Salmonella* y parásitos, utilizando métodos estandarizados y adecuados para obtener una información objetiva y actualizada.

Se visitaron los centros de producción de hortalizas en el país y Guatemala, con la finalidad de comprobar si los agricultores cumplen o no con las Buenas Prácticas Agrícolas.

Para conocer si existe contaminación en las hortalizas, se realizaron análisis microbiológicos, que indicaron el grado actual del contenido de contaminantes, detectando las posibles fuentes de contaminación, determinando las medidas que se puedan aplicar para prevenir los daños en el medio ambiente y principalmente en la salud de las personas.

Los análisis se realizaron en el Centro de Investigación y Desarrollo en Salud (CENSALUD), Universidad de El Salvador.

El estudio se inicio en Enero de 2004 finalizando en Abril de 2005.

El objetivo general de la investigación fue determinar la Rastreabilidad de hortalizas para determinar su inocuidad biológica.

Con la realización de este trabajo se comprobó que las hortalizas de consumo fresco presentan alguna clase de contaminación por microorganismos patógenos.

2. REVISION DE LITERATURA

2.1 Producción de hortalizas.

De acuerdo al informe del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), sobre la producción de Hortalizas (2003), por muchos años, El Salvador se destacó por ser proveedor de una amplia gama de producto hortícola para el mercado Centroamericano. No obstante, en los últimos diez años la tendencia ha sido la importación de estos productos desde Guatemala y Honduras. Volver a reactivar la producción de hortalizas en el país es muy importante dentro de una política de desarrollo, dado sus múltiples beneficios en la recuperación del sector agropecuario. Por eso es que muchos de los proyectos especiales que promueve o tiene el MAG, es incorporar un componente importante de producción de hortalizas en las zonas receptoras.

En la figura 1 se presentan las diferentes zonas de producción de hortalizas en el país.

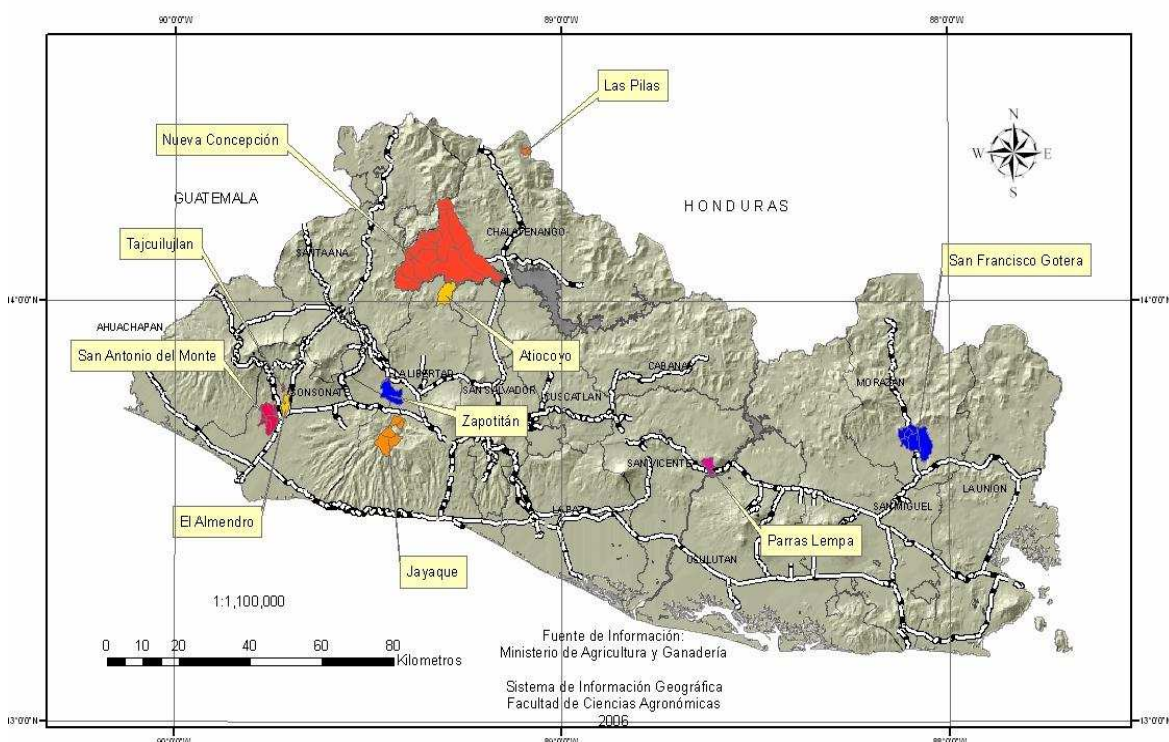


Figura 1. Zonas de producción de hortalizas.

Este autor señala que en El Salvador el consumo de hortalizas representa un 10.49% del gasto familiar, equivalente a un consumo aparente de \$87.48 millones en el 2002. Actualmente se siembran casi cuatro mil hectáreas de las principales hortalizas en el país (tomate, chile verde, zanahoria, repollo, cebolla y pepino). Es importante considerar la ampliación de la oferta diversificando hacia otras hortalizas como lechuga, apio, cilantro, con la finalidad de no caer en la dependencia de una producción concentrada. Así como satisfacer la demanda interna, a través de la mejora de variedades actuales, modificando la forma de producir, como es la producción de tomates bajo invernadero.

El mercado nacional de hortalizas, está abastecido en gran parte por la producción guatemalteca y además por la producción nacional.

El mercado nacional de hortalizas no cuenta con buena infraestructura para su mercadeo, lo que hace que muchas veces se deterioren los productos, además, por no existir centros de acopio dentro de las áreas nacionales de producción, el productor le vende a los transportistas a las orillas de su explotación o en la carretera más cercana. De esta forma las cotizaciones se hacen con base a simples apreciaciones, lo que provoca un fuerte deterioro en los ingresos de los agricultores. A estos problemas hay que añadir la fuerte competencia que existe por parte de los productores guatemaltecos, cuyas hortalizas alcanzan costos más bajos y mejor calidad debido a que Guatemala presenta mejores cualidades naturales para la producción.

Este rubro es muy importante para el comercio exterior salvadoreño, ya que en promedio se importan alrededor de \$1, 000,000 anuales. Entre los productos que muestran un amplio mercado interno son el repollo, la cebolla y el tomate. De estos productos se importan considerables cantidades que oscilan entre 20 mil y 170 mil quintales, lo que ocasiona grandes déficit en la balanza comercial.

Entre los factores que explican la reducida participación del subsector de las hortalizas en la estructura productiva de El Salvador, se encuentran la baja tecnología existente en el subsector hortícola y la falta de suficientes áreas de riego.

Debido a la poca producción de hortalizas, es necesario importarlas de Guatemala, principalmente y otros países como Honduras, Nicaragua, Estados Unidos y Canadá.

Los principales productos hortícolas importados son el tomate, zanahoria, cebolla blanca, lechuga. A pesar que existe un gran mercado interno, no se ha logrado desarrollar la técnica necesaria para la producción de hortalizas. Actualmente se siembran casi cuatro mil hectáreas de las principales hortalizas de El Salvador como se observa en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Consumo aparente estimado en función del área sembrada y las importaciones.

Producto	Área estimada (ha)	Rendimiento TM / ha	Producción nacional	Importación promedio de los últimos 5 años (TM)	Consumo aparente (TM)
Tomate	686.00	25.71	17,637.00	17,407.00	35,044.00
Zanahoria	14.00	28.57	400.00	2,910.00	3,310.00
Repollo	350.00	38.57	13,500.00	9,087.00	22,587.00
Cebolla	49.00	22.85	1,120.00	6,588.00	7,698.00
Pepino	1,750.00	19.29	33,758.00	396.00	34,156.00
TOTAL	3,906.50	134.99	66,415.00	36,388.00	102,795.00

Fuente: MAG, Producción de Hortalizas en El Salvador, 2003

Con esta información de acuerdo a opiniones técnicas se infiere que se necesitan aproximadamente 6,166 hectáreas de área cultivada para cubrir el consumo nacional de estas hortalizas o impulsar el cultivo tecnificado con el uso de invernaderos para incrementar la producción por unidad de área. (MAG, Producción de Hortalizas en El Salvador, 2003).

2.2 Microorganismos a determinar.

2.2.1. Microorganismos coliformes.

Fernández, E. (2002), menciona que el grupo coliforme, originalmente conocido como “bacterias coli-aerógenas de origen fecal,” fue introducido independientemente por Schardinger en 1882 y por Smith en 1885, como recurso discriminativo acerca de la adecuabilidad sanitaria del agua destinada al consumo humano. Los coliformes se definen como bacilos Gram negativos, aerobios o anaerobios facultativos, no esporulados, que fermentan la lactosa con producción de gas dentro de 48 horas de incubación a 35°C.

Estos organismos son el grupo indicador de mayor tradición en la microbiología sanitaria. Dentro de este grupo se encuentran los géneros de las familias *Enterobacteriaceae* que fermentan la lactosa: *Escherichia coli*, *Enterobacter*, *Citrobacter* y *Klebsiella*. La presencia de este grupo en las hortalizas resulta de su exposición al medio ambiente, a los desperdicios orgánicos, cadáveres y desechos animales, excretos humanas, tierra, fauna nociva, aguas servidas, residuos de utensilios y equipo y a las posibilidades de desarrollo que encuentren en dichos sustratos.

2.2.2. Coliformes fecales.

Fernández, E. (2002), señala que el grupo de coliformes fecales esta formado por los coliformes capaces de crecer y fermentar la lactosa a temperaturas elevadas 44-45°C, lo que incluye por lo menos, miembros de los géneros *Escherichia*, *Enterobacter* y *Klebsiella*.

Se conoce que el hábitat primario de los organismos coliformes fecales y de la *Escherichia coli* es el conducto intestinal de los animales de sangre caliente, entre ellos el ser humano, y por este motivo se utilizan como indicadores de higiene y de la incidencia de contacto directo o indirecto de los alimentos con materia fecal. La presencia de coliformes de origen fecal en alimentos, en este caso hortalizas, indica que existe el riesgo de que también hayan llegado al alimento otros patógenos entéricos como la *Salmonella*, *Shigella* y otros. Los coliformes de origen fecal, así como los patógenos entéricos, son de transmisión fecal-oral y por eso se utilizan como microorganismos indicadores.

2.2.3. *Escherichia coli*.

La *Escherichia coli* es la típica bacteria de hábitat intestinal en el hombre y animales de sangre caliente. Aunque habitualmente normal de la flora intestinal del hombre y de los animales, muchas especies son entero patógenas y provocan enteritis diarreica aguda en los niños. Existe un plan complejo para la serotipificación que facilita la identificación. Ciertos serotipos provocan diarrea en los adultos también, y *Escherichia coli* se considera responsable de una proporción de incidentes descritos como diarrea de los viajeros.

Los niños adquieren la infección por contagio directo y por ingestión de alimentos contaminados. Se cree que en las personas adultas los síntomas son desencadenados por el consumo de alimentos que contienen grandes dosis de *Escherichia coli* entero patógena. Los microorganismos pueden llegar a los alimentos crudos, contaminando a otros; se pueden encontrar en el agua, en los excrementos humanos desempeñando un papel de difusión durante brotes epidémicos. El período de incubación es de 12 horas a 3 días y los síntomas pueden corresponder a los de intoxicación alimentaria diarreica o desenteriforme con diarreas mas prolongadas y presencia de sangre y mucus en las heces.

La *Escherichia coli* O157:H7 es un microorganismo emergente, es decir que viene produciendo enfermedad en humanos a un ritmo creciente en los últimos 20 años. Se trata de un serotipo raro de *Escherichia coli*, también llamada *Escherichia coli* entero hemorrágica (EHEC), que es capaz de producir en el hombre enfermedad aguda no febril, inicialmente caracterizada por dolores abdominales severos, acompañadas de nauseas y vómito, seguidas de diarrea acuosa, que pasa a diarrea sanguinolenta en corto tiempo (Fernández, E. 2002).

2.2.4. Salmonella.

Las *Salmonellas* pertenecen a la familia Enterobacteriaceae. Se diferencian de otras tribus de esta familia con ayuda de las reacciones bioquímicas y serológicas. Hasta el momento existen mas de 1600 tipos serológicamente diferentes y constantemente se están añadiendo a la lista nuevos serotipos. La presencia de cualquiera de los serotipos de *Salmonellas* en un alimento deberá ser considerado como peligro potencial. Los microorganismos del grupo *Salmonella* provocan intoxicación alimentaria mediante infección, es decir por invasión en el cuerpo. Llegan a los alimentos directa o indirectamente desde los excrementos animales en el momento del sacrificio, desde excrementos humanos o de aguas polucionadas por descarga de alcantarillas, etc. La aparición de la enfermedad suele producirse de 6 a 36 horas después de ingerido el alimento, aunque el período de incubación puede ser más largo. Los síntomas se caracterizan por fiebre, dolor de cabeza, dolor general de las extremidades, así como por diarrea y vómitos. Todos los tipos de *Salmonella* pueden provocar enfermedad en el hombre o en los animales (Fernández, E. 2002).

2.2.5 Protozoos.

Hobbs y Gilbert (1986), reportan que los protozoos son parásitos que tienen como hábitat habitual el intestino humano de donde salen a través de las heces para a veces ser transportados por otros portadores secundarios. En algunas ocasiones pueden atravesar la barrera intestinal y producir infestaciones masivas. Normalmente adoptan formas de resistencia denominados quistes. Las patologías mas relevantes son la disentería amebiana (producida por *Entamoeba histolytica*, transmitida a través del agua, frutas y verduras, giardiasis producida por *Giardia lamblia* y transmitida a través del agua entre otras.

2.2.5.1. *Entamoeba histolytica*.

Es un protozoario de los seres humanos causante de la disentería amebiana, enfermedad intestinal, que en sus formas más agudas puede afectar otros órganos internos, tales como el hígado y el cerebro. La contaminación de las aguas con materia fecal, el uso de excretas como fertilizantes en la agricultura, higiene personal inadecuada favorece la propagación de la enfermedad. Las verduras y algunas frutas son los vehículos más comunes.

2.2.5.2. *Giardia lamblia*.

Es un protozoario flagelado que se aloja en el intestino delgado del hombre. Los quistes pasan con las heces y contaminan el medio. Se ha establecido que el agua para beber, para riego y para el lavado de alimentos, han sido el vehículo de propagación del parásito. Es un patógeno causante de diarrea, es un verdadero agente patógeno. (Hobbs y Gilbert, 1986).

2.2.6 Helmintos.

Los Helmintos tienen ciclos biológicos más complicados que los protozoos, ellos forman quistes que al ser ingeridos producen la infestación al hombre. Otra vía de entrada son las aguas contaminadas con huevecillos. Las enfermedades mas importantes producidas por helmintos son: Teniasis (producidas por *Tenia solium* de origen porcino o *Tenia saginata* de origen vacuno, que forma en los animales quistes denominados cisticercos) y la Ascariidiosis producida por *Ascaris lumbricoides*.

En general las enfermedades producidas por helmintos se deben al consumo de alimentos contaminados endógenamente (animales infestados) o exógenamente (contaminación fecal en aguas u hortalizas que se consumen crudas o insuficientemente lavadas y cocinadas... (Patologías más...2003).

En estudios realizados por la FAO, (2002) en EE UU en la época entre 1988 – 1998, se presentaron brotes en frutas y hortalizas producidas por: *Shigella* en un 3%, *Escherichia coli* 2%, *Campilobacter* 2%, y *Escherichia coli* O157:H7 1 %.

En los años comprendidos entre 1990 y 1998, se presentaron brotes en productos frescos principalmente en ensaladas, 35.4%, frutas en un 20.8%, lechuga 16.7%, coles, 9.4%, repollo 5.2 %, zanahoria 3.1%, tomate 2.1%.

Aunque el número de brotes de enfermedades causadas por productos frescos es bajo (En 1996 solamente seis de los cerca de 200 reportes de enfermedades en el Reino Unido fueron asociadas con el consumo de frutas y vegetales). A medida que ha incrementado el consumo, se ha observado una mayor incidencia de los mismos, por ejemplo en el caso de USA en el periodo entre 1973-1979 sólo un 2% de brotes se asoció a productos agrícolas frescos, mientras que durante el periodo 1990-1997, esta cifra se había incrementado hasta en el 6%. Algunos de estos brotes han sido relacionados con productos importados. Sin embargo la proporción de enfermedades transmitidas por los alimentos asociadas a los productos importados no es mayor que la vinculada a los productos cultivados en los países importadores. (FAO, 2002).

2.3 Fuentes de contaminación.

Chaidez (2004), expresa que una gran variedad de factores contribuyen a la contaminación de hortalizas por microorganismos causantes de enfermedades a los seres humanos. Dentro de estos factores se mencionan el uso de aguas para riego contaminadas con heces, procesos inadecuados en los campos de cultivo, prácticas deficientes de lavado y desinfección, condiciones inapropiadas durante empaque, higiene deficiente de los trabajadores y mala manipulación durante el almacenamiento y transporte.

Un buen manejo sanitario de hortalizas, permite asegurarnos de su calidad e inocuidad pero para esto se hace necesario conocer la existencia de microorganismos patógenos presentes, así como la implementación de medidas de prevención o control que permitan reducir los riesgos de contaminación, como son la implementación de Buenas Prácticas Agrícolas y Buenas Prácticas de Manufactura.

Chaidez (2004), expresa que hoy en día los consumidores están solicitando la certificación de productos libres de microorganismos patógenos para la salud humana, por ello ya se han empezado a realizar ciertos análisis microbiológicos en la frontera con los Estados Unidos en cumplimiento con los requerimientos de exportación de los productos hortofrutícolas.

En la figura 2, se señalan las diversas fuentes de contaminación de los alimentos durante su procesamiento o preparación.

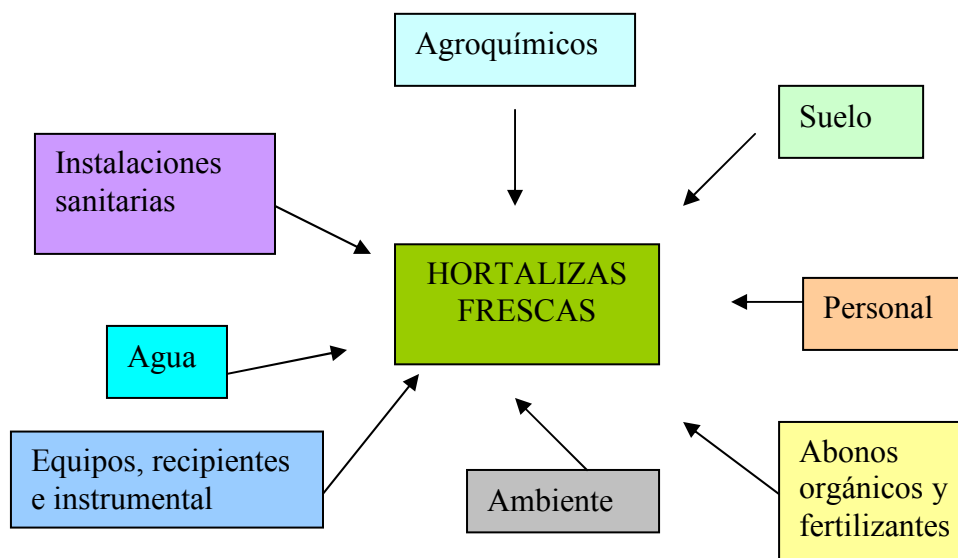


Figura 2. Fuentes de contaminación de hortalizas frescas.

Fuente: Manuales de frutas y hortalizas. OIRSA (2002).

Un buen control de las posibles fuentes de contaminación (agua, suelos, fertilizantes, etc.) mediante procedimientos de manejos pre-establecidos y auditorías frecuentes, pueden mantener bajas las posibilidades de contaminación. Otra importante fuente de contaminación es el factor humano.

Una solución parcial al problema es asegurarse de que los trabajadores en el campo manejen el producto observando hábitos de higiene adecuados. Al llevar el producto del campo a los sitios de acopio y empaque se presentan otras posibilidades de contaminación. Entran en juego las condiciones ambientales en cuanto a las instalaciones de las empacadoras, así como los drenajes de los pisos, las condiciones sanitarias del equipo utilizado y fundamentalmente, los hábitos de higiene de los empleados, (Pineda, 2001).

En caso de disponerse solamente de aguas con algún grado de contaminación, se ha demostrado que el riego por goteo enterrado (no en superficie) es el aconsejable evitando mojar el follaje o partes comestibles. El uso de estiércoles o residuos cloacales como fertilizantes orgánicos así como la presencia de animales en el lote de producción es otra fuente de contaminación. Los estiércoles deben ser compostados aeróbicamente permitiendo que la temperatura se eleve a 60-80°C por lo menos 15 días. Las aguas servidas y residuos municipales solo deberían usarse si se dispone de un método efectivo de esterilización. La producción hortícola es altamente demandante de mano de obra, y las condiciones higiénicas a las que los trabajadores están expuestos constituyen posible fuente de contaminación. Normalmente los lotes de producción están alejados de los baños o instalaciones para el aseo personal. Aparte de la instalación de baños portátiles, es necesario que toda persona que manipule alimentos comprenda la importancia de una estricta higiene personal. El tipo de producto también tiene influencia. Los cultivos rastreros, están más expuestos a la contaminación por el suelo, agua de riego y animales.

La cosecha, al igual que todas las operaciones en que el producto es manipulado, provee numerosas oportunidades para la contaminación a través de las lesiones que exponen los tejidos externos liberando látex y otros jugos vegetales sobre el resto, condición necesaria para que los microorganismos presentes en las manos y ropa de los operarios, herramientas de cosecha o envases tengan la oportunidad de establecerse y multiplicarse.

La contaminación en cualquier punto de la cadena aumenta por un inadecuado manejo de las condiciones, particularmente temperatura, a la que el producto es expuesto hasta el consumo, (Pineda, 2001).

Chaidez (2002), menciona que muchos microorganismos patógenos poseen la capacidad de sobrevivir por largos periodos de tiempo en hortalizas frescas, algunos microorganismos son también capaces de sobrevivir a procesos de desinfección e incluso de multiplicarse en el producto durante el almacenamiento, entre las bacterias patógenas que han sido asociadas con el consumo de hortalizas frescas están: *Escherichia coli* enterotoxigénica, *Escherichia coli* hemorrágica, especies de *Shigella*, *Salmonella*, *Listeria*, *Campilobacter* entre otras. Debido a la gran cantidad de brotes de enfermedades han puesto en entredicho la inocuidad de hortalizas y frutas. Esto ha ocasionado que instituciones de salud mundial estén en alerta para vigilar más de cerca la calidad microbiológica del producto de exportación, y tomar medidas para reducir riesgos de contaminación por microorganismos. En el mercado, la principal fuente de contaminación probablemente sea el agua, la que es esencial tanto para la limpieza de las instalaciones y envases, la higiene del personal así como en las operaciones de vaciado y lavado.

2.4 Importancia de la calidad y la inocuidad.

Según FAO (2004), en los últimos años la demanda agrícola mundial ha estado sujeta a importantes variaciones vinculadas a la creciente preocupación por la calidad y la inocuidad de los alimentos, así como por las condiciones ambientales en que se generan estos productos. La tendencia actual del mercado internacional de alimentos, especialmente por parte de países desarrollados, es la de imponer exigencias equivalentes a las que se imponen a los productos nacionales. Tal situación esta asociada al desarrollo de productos de calidad.

Las exportaciones procedentes de países en desarrollo presentan problemas de calidad e inocuidad de los alimentos. Por ejemplo, la Administración Estadounidense de Alimentos y Medicamentos manifiesta que la mayoría de los casos de retención y rechazo de alimentos de países en desarrollo son por problemas de higiene alimentaria.

Los países han establecido sistemas para controlar la inocuidad y la calidad de su suministro de alimentos. Estos sistemas varían mucho tanto en su complejidad como en su capacidad para hacer frente a los problemas de inocuidad de los alimentos.

Hoy en día, al igual que en otros productos, la comercialización de hortalizas, tanto a nivel nacional como internacional, esta reglamentada por estándares de calidad, los que proveen un lenguaje común entre los distintos participantes de la cadena producción-comercialización-consumo.

FAO (2005), menciona que la tendencia creciente en los mercados de frutas y hortalizas frescas, es a exigir, que tanto productores como exportadores, puedan dar garantía sobre la inocuidad del producto desde el lugar de origen hasta el punto de consumo. Esto es particularmente importante en los mercados de exportación más "desarrollados", como la Unión Europea, en los cuales el sector público y privado, están implementando normativas estrictas en el tema.

Bajo estas normativas, los productores y exportadores deben demostrar que han tomado las precauciones necesarias en términos de inocuidad del producto y protección ambiental, y deben adoptar buenas prácticas, programas y sistemas de aseguramiento de la calidad e inocuidad desde el campo hasta el punto de embarque de productos y en algunos casos, deben estar incluso certificados por organizaciones independientes. (FAO, 2004).

2.4.1. Inocuidad en hortalizas frescas.

USAID (2001), señala que la ausencia de peligros para la salud del consumidor final debe ser una de las principales preocupaciones del sector productor de hortalizas. Los productores deben tener siempre presente que a lo largo de la trayectoria de sus productos, desde el momento de la siembra hasta que están en la mesa, hay peligros de contaminación en cada paso y que su responsabilidad es minimizar esos peligros. Así existen peligros en:

2.4.1.1 El campo.

Ya sea que los productos se cultiven orgánicamente o se utilicen prácticas agronómicas convencionales, existen innumerables posibilidades de contaminación en el campo. Pueden existir microorganismos patógenos en el agua de irrigación, en los suelos y en los fertilizantes usados.

2.4.1.2 En la empacadora.

Al llevar el producto del campo a los sitios de acopio y empaque se presentan otras posibilidades de contaminación. Entran en juego las condiciones ambientales en cuanto a las instalaciones de las empacadoras, así como los drenajes de los pisos, las condiciones sanitarias del equipo utilizado y fundamentalmente, los hábitos de higiene de los empleados. El empaque es uno de los pasos más importantes en la cadena.

El tratamiento de lavado y desinfección del producto es crucial para la eliminación de los patógenos que pueden venir del campo. Un buen sistema de control que garantice que se apliquen los procedimientos recomendados para la sanidad de los productos es determinante para eliminar riesgos, teniendo siempre en cuenta que las empacadoras deben funcionar bajo sistemas que aseguren la ausencia de riesgos para la salud del consumidor. Sistemas HACCP (Análisis de peligros y Puntos Críticos de control), Programas de Buenas Prácticas de Manufactura, Procedimientos Estándar de Sanidad.

2.4.1.3 Durante el transporte.

El mayor peligro ocurre durante el transporte de los productos hacia los centros de venta, principalmente la contaminación cruzada. Es importante asegurar que los vehículos de carga constituyen una fuente de contaminación, ya sea porque previamente han transportado cargas altamente contaminadas, o porque el control de temperatura no es el adecuado.

2.4.1.4. En los centros de distribución.

Cuando los productos del campo llegan a los centros de distribución y mercadeo, es importante tomar medidas que aseguren que los productos mantienen su inocuidad, controlando tanto la temperatura como las condiciones sanitarias de los lugares de almacenamiento.

2.4.1.5 En los centros de venta al detalle.

Es fundamental para la inocuidad de las hortalizas que no se rompa la cadena de frío, por lo cual los centros de ventas al detalle deben observar particularmente las condiciones de descarga y almacenamiento procurando evitar que el producto permanezca mucho tiempo en el área de descarga, antes de enviarlo a los almacenes refrigerados.

2.5 Estrategias para el control.

Chaidez (2002), señala que el tipo de estrategias, privadas y públicas, para el control de los riesgos de contaminación varía entre países. Las estrategias de control público incluyen, generalmente, la reorganización de esfuerzos institucionales y reglamentaciones para los alimentos producidos a nivel nacional y para los alimentos importados.

En el caso de hortalizas frescas, los Comités Nacionales del Codex Alimentarius, hacen grandes esfuerzos para lograr la armonización de las normas y códigos nacionales con los de prácticas y otros documentos normativos.

En materia de inocuidad de los alimentos, los códigos de prácticas recomendadas por el Codex se basan en la aplicación de Buenas Prácticas Agrícolas, Buenas Prácticas de Higiene y Buenas Prácticas de Manufactura, como medidas para prevenir y controlar los peligros de contaminación en la producción primaria y durante el manejo poscosecha, aplicados bajo un enfoque de análisis de peligros.

2.5.1 Objetivos de los programas de aseguramiento de la inocuidad.

- Proteger al consumidor nacional al otorgar garantía de la inocuidad de hortalizas producidas y comercializadas.
- Fomentar la confianza de los mercados extranjeros con respecto a la inocuidad en los productos cultivados a nivel nacional.
- Lograr el reconocimiento de los protocolos y/o programas nacionales en los mercados objetivos.
- Incrementar la disponibilidad de alimentos inocuos.

-Diferenciar los productos (para muchas empresas es una estrategia de mercado poder ofrecer garantía sobre la inocuidad de los productos que ofertan), (Chaidez, 2002)

2.5.2 Seguridad.

Las hortalizas no solamente deben ser atractivas en cuanto a su apariencia, fresca y valor nutritivo, sino también su consumo no debe poner en riesgo la salud. El consumidor no tiene forma de detectar la presencia de sustancias nocivas y depende de la seriedad y responsabilidad de todos los integrantes de la cadena de producción y distribución. Necesariamente debe confiar en ellos, además de las precauciones que normalmente toma, como lavar, pelar y/o cocinar al producto antes de consumirlo. Sin embargo, esta confianza es muy volátil y cualquier sospecha sobre la seguridad de un alimento tiene un impacto tremendo a nivel del consumidor. La seguridad de los alimentos consiste en la ausencia de sustancias dañinas para la salud y tradicionalmente la presencia de plaguicidas sobre el producto ha sido la principal preocupación de la opinión pública, sin embargo existen muchos otros contaminantes potencialmente tan o más peligrosos como la presencia de microorganismos patógenos, micotoxinas, etc.

Por ser las hortalizas consumidas en fresco y muchas veces con la piel o cáscara, todo organismo patógeno para el ser humano que pueda transportarse sobre su superficie constituye un peligro potencia (Determinación de... 2004).

2.5.3 Desinfección de hortalizas.

Un buen manejo sanitario de hortalizas permitirá asegurar su calidad e inocuidad, implementando medidas de prevención o control que permitan reducir los riesgos de contaminación. Dentro de estas medidas están la implementación de Buenas Prácticas Agrícolas y Buenas Prácticas de Manufactura.

Una de estas prácticas es el proceso de desinfección, que consiste en tratar los productos limpios con sustancias químicas para reducir sustancialmente las cantidades de microorganismos que implican un riesgo para la salud pública, sin que se afecte relativamente la calidad del producto o la seguridad del consumidor (aunque las

reducciones son significativas, la desinfección no asegura la eliminación total de los microorganismos).

Para un proceso de desinfección es importante realizar un lavado previo de la hortaliza, que permita reducir la suciedad superficial, bajando la carga de materia orgánica y permitiendo así la eficaz acción de los desinfectantes. Es indispensable que el agua que se emplee, tanto en el lavado como en la desinfección, sea potable; además se debe renovar periódicamente para evitar que se acumule suciedad, bacterias y esporas de hongos.

La eficacia del tratamiento de desinfección, depende de la concentración del principio activo y del tiempo de exposición. La eficacia de los desinfectantes dependerá del tipo de hortaliza, de la calidad y la temperatura del agua, del pH de la solución, de la concentración del desinfectante, del tiempo de contacto, la frecuencia de los recambios de agua, la acumulación de materia orgánica, el volumen del producto a desinfectar y del tipo de patógeno por eliminar. Algunos de los agentes desinfectantes utilizados para tratar hortalizas son el cloro, dióxido de cloro, yodo, ozono, ácidos orgánicos (ácido acético), el peróxido de hidrógeno. Existen también otras alternativas como son las radiaciones gama y ultravioleta.

Para la selección de agentes desinfectantes deben tenerse en cuenta varios aspectos: que elimine un amplio espectro de microorganismos, que no sean tóxicos para el ser humano en las dosis utilizadas, que no afecten la integridad del producto, que no sean corrosivos, que sean estables, de acción rápida y que no se inactiven fácilmente por materia orgánica.

Es muy importante que, luego de realizar cualquier proceso de desinfección se realice un cuidadoso manejo sanitario del producto, con el fin de evitar que entre en contacto con agentes microbiológicos perjudiciales a la salud de los consumidores. (Desinfección de... 2004).

2.5.4 Obtención de un producto de calidad.

La obtención de un producto de calidad se inicia mucho antes de plantarse la semilla: es importante la selección del terreno, su fertilidad y capacidad de riego, el control de malezas

y rotaciones, la preparación del suelo, la selección de la semilla y otras decisiones tienen influencia en la calidad del producto a obtenerse.

De la misma manera son determinantes las condiciones climáticas durante el cultivo, así como los riegos, fertilizaciones, control de plagas y enfermedades, y otras prácticas culturales.

Debido a que las hortalizas por lo general son productos altamente perecederos, es necesario tener en cuenta que previo a la cosecha, la porción vegetal se encuentra íntimamente relacionada con la planta madre y toda demanda de agua o nutrientes es satisfecha por otras partes de la planta y todo el vegetal se comporta como una unidad. Las hortalizas continúan viviendo después de la cosecha: respiran, transpiran y están sujetas a continuos cambios, la mayor parte de ellos no deseables, los que determinan la declinación de la calidad interna y externa. La velocidad de este deterioro depende del tipo de producto, condiciones de cultivo y otros factores, pero principalmente de las condiciones en que es mantenido: temperatura, humedad relativa, movimiento y composición del aire, etc. Los cambios que ocurren en la poscosecha no pueden ser detenidos, sino que son demorados dentro de ciertos límites. Por estas razones, el proceso de preparación para mercado debe ser rápido y eficientemente realizado para evitar pérdidas de calidad... (Mejorando la... 2000).

2.6 Buenas Prácticas Agrícolas (BPA).

El concepto de Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) ha evolucionado estos últimos años en el concepto de una rápida modificación y mundialización de la economía de los alimentos y como resultado de los intereses y compromisos de un amplio conjunto de interesados acerca de la producción y seguridad de los alimentos, la inocuidad y calidad de los alimentos y la sostenibilidad ambiental de la agricultura (FAO. 2002).

En el Manual Técnico sobre Inocuidad en frutas y hortalizas frescas (2002), se menciona sobre las Buenas Prácticas generales para reducir los riesgos físicos, químicos y microbiológicos.

Son un conjunto de prácticas generales de producción de hortalizas y frutas frescas, empleadas en la precosecha, la selección, el empaque, el almacenaje y el transporte e higiene del trabajador, efectuadas en el campo, que previenen la ocurrencia de errores o al menos su detección en cuanto se hagan evidentes, antes de representar mayores costos.

Son el componente fundamental de inocuidad y corresponden a una serie de recomendaciones establecidas para minimizar el potencial de contaminación de los productos alimenticios.

Las Buenas Prácticas Agrícolas incorporan el Manejo Integrado de Plagas, así como otros programas como el manejo integrado del cultivo, etc., la implementación de las Buenas Prácticas Agrícolas es esencial para la mejora a largo plazo de la producción de hortalizas frescas. El objetivo de las BPA consiste en reducir la probabilidad de contaminación del cultivo que pueda poner en riesgo la inocuidad de las hortalizas o su aptitud para el consumo en etapas posteriores de la cadena alimentaria.

Existen tres tipos de riesgos potenciales: físicos, químicos y microbiológicos.

Riesgos físicos:

- Objetos personales: medallas, aretes, anillos, alfileres, utensilios, etc.
- Maquinaria agrícola: tornillos, tuercas, alambre, etc.
- Presencia de objetos extraños: piedras, clavos, vidrio, plástico, madera.

Riesgos Químicos:

- Equipo y maquinaria sin mantenimiento y/o sucio.
- Materiales de fabricación del equipo inapropiados.
- Agua contaminada con sustancias tóxicas y/o metales pesados.
- Uso inadecuado de agentes limpiadores o desinfectantes, etc.
- Uso de plaguicidas no permitidos o por uso excesivo, fertilizantes, contaminantes ambientales; pudiendo provocar cáncer, intoxicación, envenenamiento y muerte.

Riesgos Biológicos:

-Microorganismos patógenos (bacterias, virus, parásitos, hongos principalmente) que pueden ocasionar un riesgo en la salud humana. Entre las infecciones más comunes: Cólera (diarrea acuosa, deshidratación), Fiebre tifoidea (fiebre intensa, vómitos), Enteritis (diarrea con sangre, calambre abdominal).

El implementar las BPA trae consigo las siguientes ventajas:

- Es posible exportar productos a países con altas normas de calidad.
- Aumenta las ganancias por el valor agregado que se les aplica a los productos.
- Previene y minimiza el rechazo de los productos.
- Mejora las condiciones de higiene de los productos.
- Mejora la imagen de los productos.

Para realizar un programa exitoso de BPA es necesario contemplar en primer plano la salud del personal y la higiene en el campo.

En las Buenas Prácticas Agrícolas se deben considerar los aspectos que se presentan en la siguiente figura.

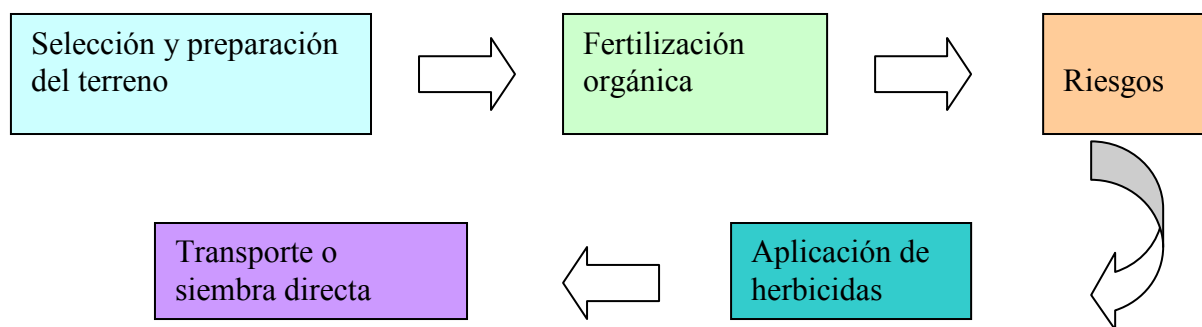


Figura 3. Aspectos a considerar en las Buenas Prácticas Agrícolas.

Fuente: SAG/OIRSA (2002).

En la selección del terreno es importante la ubicación, vías de comunicación, fuentes de agua, condiciones agro climáticas, tipo y características de suelo, etc., se deben conocer los problemas anteriormente presentados en el sitio, como plagas y enfermedades más frecuentes y su intensidad, principales malezas presentes, peligros potenciales de

inundación o sequía, cultivos anteriormente producidos y la posible rotación practicada por los riesgos de contaminación.

Los campos de cultivo deben estar libres de bolsas plásticas, envases de plaguicidas, envases de vidrio y en general de materiales diferentes a los naturales de un campo de cultivo, además evitar escurrimientos de aguas contaminadas o campos cercanos a los rellenos sanitarios o zonas industriales.

Es importante conocer el uso del terreno al menos de los últimos cinco años. El terreno que se utiliza para la producción de frutas y hortalizas puede contaminarse si se les incorporó estiércol inadecuadamente, si fue utilizado como basurero o fue utilizado para fines avícolas, ganaderos, porcícolas u otra actividad similar, ya que puede tener presencia de microorganismos, desechos químicos, metales pesados y otros contaminantes que por diversas vías pueden llegar a los productos. (SAG/OIRSA, 2002).

2.6.1 Buenas Prácticas Agrícolas en el terreno.

El mismo autor señala que las Buenas Prácticas Agrícolas en el terreno incluyen:

- Mantener alejados de las áreas de cultivo a los animales domésticos, especialmente en la temporada de cosecha.
- Mantener el ganado encerrado en corrales.
- Construir barreras físicas para prevenir el acceso a las áreas de cultivo, como zanjas, terraplenes, bordos, acequias con mulch, pilas y franjas de vegetación para evitar que la materia fecal o cualquier otra fuente contaminen las áreas de cultivo.
- Controlar la fauna silvestre (como ardillas, ratas, conejos y aves) hacia áreas de cultivo que no estén orientadas a mercados de productos frescos ni a otro de interés comercial.
- Eliminar los residuos de la cosecha anterior.

- Elaborar un mapa del terreno que sirva posteriormente para la rotación de cultivos y elección de fechas de siembra.
- Adoptar técnicas de buen manejo que eviten o minimicen la erosión.
- Esterilizar el suelo mediante solarización.
- Evaluar la posibilidad de evitar la desinfección química del suelo, previniendo posibles contaminaciones que perjudican la estructura del mismo suelo, así como del ambiente.
- Selección de terrenos con condiciones beneficiosas en cuanto a suelo, agua, luz, y clima.
- Disponer de abonos orgánicos en un área alejada del campo de cultivo, para evitar la contaminación fecal u otros contaminantes.

2.6.2 Selección de variedades, cultivares y patrones.

SAG/OIRSA (2002), señala que el material propagativo debe estar claramente identificado y libre de plagas y enfermedades que pueden introducirse al suelo, para esto la semilla se recomienda adquirirla en establecimientos autorizados y evitar sembrar o transplantar plantas atacadas o infectadas por plagas o enfermedades.

Con relación a los abonos orgánicos, estos contribuyen a mejorar la fertilidad del suelo al aumentar el contenido de materia orgánica y por consiguiente su capacidad de retención de agua y nutrientes, sin embargo, los abonos orgánicos también constituyen una fuente de contaminación microbiológica, química y física del suelo, aguas subterráneas y aguas superficiales, que pueden contaminar los cultivos hortícola, y finalmente al humano, con microorganismos tales como: *Escherichia coli*, *Salmonella sp.*, *Listeria monocytogenes*, así como parásitos: *Cryptosporidium parvum*, *Giardia lamblia*, etc. Para evitar esto, el uso de los fertilizantes orgánicos esta permitido siempre que hayan pasado por un tratamiento que destruya los posibles agentes microbiológicos patógenos presentes en tales materiales, como es el composteo, para lo cual se deben seguir las siguientes recomendaciones:

-Siempre que se desee utilizar estercoleros y los residuos de plantas de tratamiento como fertilizantes, estos deben haber sido composteados antes de ser aplicados en el campo.

-Los estercoleros deben mantenerse en confinamiento para su compostaje en zonas adecuadas, retiradas de los campos de producción de frutas y hortalizas y de los empaques, de tal manera que no representen riesgo de contaminación para los cultivos, fuentes de agua y productos empacados.

-Las aplicaciones de abonos orgánicos deberán hacerse durante la fase inicial del cultivo, siempre y cuando estén debidamente composteados.

- Cuando se apliquen abonos orgánicos, estos deberán ser debidamente incorporados al terreno, no se debe usar estiércol fresco como abono en frutas y hortalizas, por el peligro de una contaminación microbiológica.

Los animales domésticos tales como cabras, vacas, caballos, perros, etc. pueden ser fuentes de contaminación y se deberán mantener fuera de los campos en la medida posible.

2.6.3. Manejo del estiércol.

OIRSA/VIFINEX (2002), establece que para un buen manejo de estiércol se debe poner en práctica lo siguiente:

-Evitar incorporar al terreno estiércol sin tratamiento.

-Incorporar el estiércol al terreno antes de la siembra.

-Utilizar el mayor espacio de tiempo posible entre la aplicación del estiércol y la cosecha.

-Evitar el contacto directo entre el estiércol y los productos, especialmente en periodos cerca de la cosecha.

-Limpiar y sanear el equipo que está en contacto con el estiércol.

-Usar barreras u otros tipos de contención física en las áreas de tratamiento.

-Almacenar las compostas tan lejos como sea posible de las áreas de producción y empaque, en lugares con techo y/o superficie de concreto y alejadas de basura o hierbas.

Con relación al procedimiento para la elaboración de la composta, el mismo autor señala que el estiércol es un desecho de las granjas porcícolas, avícolas y ganaderas, sin embargo, para el agricultor es un recurso que si se utiliza en forma adecuada, sirve para abonar sus cultivos y mejorar las condiciones del suelo. El composteo es una herramienta utilizada en programas de salud pública para transformar el estiércol, los restos de cosecha y la basura orgánica en abono. De esta manera se evita que estos materiales sean factores de contaminación. El composteo es un proceso de fermentación aeróbica (es decir, con la presencia de oxígeno), en el cual se promueve solamente el desarrollo de microorganismos que generan calor a partir de la descomposición del estiércol y la paja. La composta se debe elaborar en un lugar aislado, para protegerla del sol, viento y de los animales que la pueden destruir.

2.6.4 Buenas Prácticas Agrícolas relacionadas con el agua.

OIRSA/VIFINEX (2002), expresa que el agua dada su naturaleza, puede ser un excelente transporte de microorganismos, sustancias químicas de desecho así como de materiales extraños a los campos de cultivo. Es prioritario el asegurar que el agua se encuentre libre de microorganismos que afectan la salud humana y que repercuten en la inocuidad del producto. Las principales fuentes de contaminación pueden ser las aguas residuales de poblados y materia fecal humano o animal, así como animales muertos depositados en la fuente de abastecimiento de agua.

En las fuentes del agua es importante considerar que el agua no provenga de ríos, estanques o pozos contaminados. Asimismo las fuentes de agua no deben encontrarse próximas a letrinas, crianza de ganado, aves y otros animales domésticos.

La contaminación por agua se puede evitar utilizando agua de calidad, desde un pozo cerrado y protegido o desde fuentes de agua potable municipal, cambiando el sistema de riego de aspersión a riego por goteo, debe tomarse en cuenta que el tipo de riego a utilizar, esta ligado a la calidad de agua, ya que el riego por aspersión, exigirá una mayor calidad de agua que el riego por goteo, debido al contacto del agua con la parte comestible de las hortalizas, como: tomate, lechuga, repollo, pepino, etc., El agua que está en contacto con las frutas y hortalizas debe ser potable, ya que cualquier contaminante que esté presente puede poner en riesgo la inocuidad del producto.

Es importante mencionar la importancia de la calidad del agua a utilizar en el proceso de lavado o enfriado de las hortalizas, la cual debe ser de acuerdo con el uso que se pretende hacer de la misma. El contacto entre el agua y las hortalizas durante las actividades de procesamiento es determinante para evitar la contaminación de estas. Si el agua es un elemento útil para reducir la posibilidad de contaminación de las hortalizas a través del lavado, etc., también puede transmitir microorganismos si está contaminada.

El reciclado del agua utilizada en los procesos de manufactura puede acumular microorganismos patógenos no solo de aquellos que provienen de los cultivos sino también de los agregados por las personas, utensilios, y maquinaria utilizada en los procesos y que entran en contacto con las hortalizas.

Se recomienda un uso apropiado de los métodos de lavado: los riesgos pueden reducirse lavando las hortalizas con agua caliente o agua que contenga un agente surfactante o humectante y luego volverlas a lavar con agua limpia. Cuando mayor contacto hay entre el agua y las hortalizas, mayor será la posibilidad de contaminación.

Los tratamientos de lavado por aspersión presentan menos posibilidades de diseminar la contaminación microbiana de un producto a otro, comparado con el tratamiento por inmersión, aunque el lavado por aspersión también puede transmitir patógenos por salpicado o al estar depositados en otras superficies, que entran en contacto con los alimentos.

Por otra parte, si el agua se contamina durante el lavado y luego se vuelve a usar, puede convertirse en un medio de transmisión de contaminantes.

Sea cual sea el método de manejo para mantener niveles apropiados de calidad en el agua, el uso de agentes saneadores o antimicrobianos en el agua de lavado y otro tipo de manufactura puede ser de utilidad para reducir los microorganismos patógenos en la superficie de las hortalizas o la acumulación de los mismos en el agua. La eficacia de un saneador depende de la naturaleza física o química, las condiciones del tratamiento, como la temperatura, el pH y el tiempo de contacto, la resistencia de los microorganismos patógenos y la naturaleza de la superficie de la hortaliza. Comúnmente se utiliza cloro como agente antimicrobiano. También se ha investigado el uso de fosfato trisódico y ozono como agentes antimicrobianos en el agua que se utiliza para lavar las hortalizas, el saneador depende de la naturaleza de la superficie de la hortaliza o la acumulación de los mismos en el agua.

SAG/OIRSA (2002), explica con respecto a las Buenas Prácticas Agrícolas relacionadas con la fuente de agua, que el área de protección entre el pozo y las fuentes de contaminación que no puedan ser eliminadas, deberá tener un radio mínimo de 30 metros.

Se deben utilizar filtros de agua (1-2 micras) para evitar la contaminación con microorganismos patógenos.

Diseñar estructuras para detener las escorrentías superficiales provenientes de otros terrenos que pueden estar infectados.

Detectar pozos poco profundos proclives a frecuentes contaminantes fecales.

Se deben usar técnicas de riego que minimicen el contacto entre el agua y la parte comestible de la hortaliza.

-Utilizar agua potable (0.5 ppm de cloro residual) para el lavado y enjuague de hortalizas.

-Cambiar el agua de lavado de hortalizas con una frecuencia tal que prevenga la acumulación de materia orgánica.

-Monitorear continuamente la concentración del cloro libre residual del agua.

-Suministrar agua potable a los trabajadores para evitar padecimientos de enfermedades gastrointestinales.

-Identificar fuentes potenciales de contaminación.

-Considerar prácticas que protejan la calidad de agua tales como utilización de tuberías de conducción.

-Mantener las acequias o canales por donde circula el agua libre de basura.

-Realizar análisis de agua frecuentemente.

2.6.5 Algunas Buenas Prácticas para el control de plagas.

-No deben ser un riesgo de contaminación en las áreas de producción, empaque y almacenamiento.

- Eliminar los lugares donde se puedan reproducir o esconder plagas.

-Mantener los lugares limpios de malezas.

-Limpiar las superficies por deposiciones de pájaros y otro tipo de fauna silvestre.

2.6.6 Algunas Buenas Prácticas Agrícolas en el uso de plaguicidas:

- Seleccionar el uso de plaguicidas menos dañinos para el ambiente, así como para las poblaciones de organismos benéficos y enemigos naturales.
- Analizar la calidad del agua para las aspersiones.
- Capacitar a los operarios en las técnicas y procedimientos apropiados.
- No lavar el equipo (aspersores y recipientes) cerca de fuentes de agua, para evitar la contaminación con terrenos vecinos.
- Destruir o desechar los envases vacíos, de tal forma que no constituyan riesgos de contaminación para los cultivos.

2.6.7 Buenas Prácticas Agrícolas durante la cosecha.

- Cosechar en el estado de madurez apropiado para cada producto.
- Evitar realizar esta tarea en horas de alta temperatura o inmediatamente después de la lluvia.
- No dejar tirados en el campo restos de cosecha.
- Depositar cuidadosamente las hortalizas frescas en los recipientes de cosecha, evitando arrojarlos, golpearlos, presionarlos o frotarlos.
- Transportar los productos rápidamente al lugar de empaque.
- Mantener el producto a la sombra y cubrirlo adecuadamente en el caso de que no sea empacado inmediatamente.
- No almacenar hortalizas cosechadas cerca de fertilizantes, plaguicidas, gasolina, lubricantes etc.

2.7 Buenas Prácticas de Manufactura (BPM).

OIRSA/VIFINEX (2002), define a las BPM como un conjunto de procedimientos, condiciones y controles que se aplican en las plantas empacadoras para minimizar riesgos de contaminación de los alimentos (frutas y hortalizas), contribuyendo a la calidad, seguridad alimenticia y a la salud y satisfacción del consumidor.

Las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) constituyen el prerrequisito más importante del análisis de riesgos y puntos críticos de control (HACCP) y el de más amplia cobertura.

Las BPM deben implementarse en toda la cadena de producción hasta el consumo final. Estas involucran los siguientes elementos: las instalaciones exteriores e interiores, transporte, almacenamiento, capacitación, salud e higiene del personal, prácticas de procesamiento, programas de limpieza y saneamiento, control de plagas.

Existen riesgos potenciales que pueden resultar de una ausencia de BPM, como son los riesgos físicos, químicos y microbiológicos:

-Riesgos Microbiológicos

Estos incluyen agentes como: bacterias, hongos, virus y parásitos que pueden causar enfermedades a los humanos.

-Riesgos Químicos

Incluyen los tóxicos que pueden contaminar el producto accidentalmente o los productos químicos que son aplicados a las frutas y legumbres en el proceso.

- Riesgos Físicos

Incluyen objetos extraños que se depositan en los alimentos como tuercas, tornillos, fragmentos de metales, astillas de madera o muchos otros objetos extraños.

En la figura 4 se muestran las diferentes etapas donde puede contaminarse el producto.

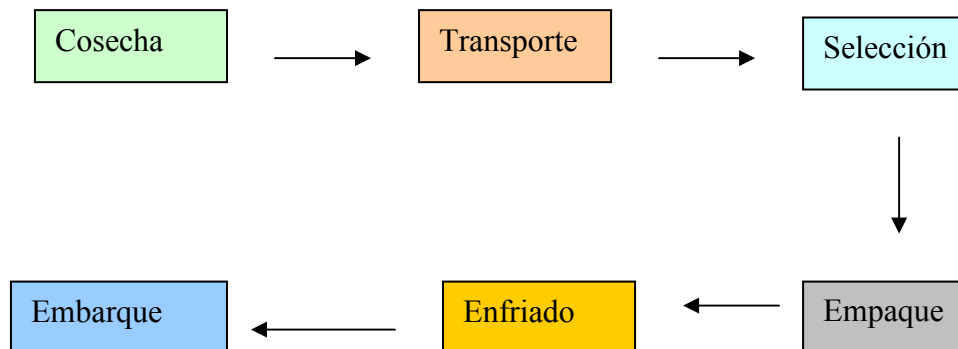


Figura 4. Etapas donde se pueden contaminar las hortalizas.

Fuente: OIRSA/VIFINEX (2002).

En la etapa de recepción del producto, es importante que se realice una inspección visual, con objeto de identificar la limpieza del producto, enfermedades aparentes, daños por insectos u hortalizas en mal estado, que pudieran provocar una contaminación cruzada en el empaque. Asimismo debe tenerse especial cuidado con los contenedores en que se transporta el producto del campo al empaque, que estén identificados del área donde provienen, y que no se encuentren en malas condiciones o sucios. El producto proveniente del campo, no deberá permanecer en espera fuera del empaque por mucho tiempo antes de ser lavado y desinfectado, debido a que las altas temperaturas pueden facilitar la reproducción de posibles microorganismos... (Hortalizas... 2003).

2.7.1 Abastecimiento de agua.

Deberá disponerse de un abastecimiento suficiente de agua potable, con instalaciones apropiadas para su almacenamiento, distribución y control. El agua utilizada en el lavado, enfriado y otras actividades dentro del empaque deberá ser potable cumpliendo con Norma Salvadoreña NSO 13.07.01, la cual indica para coliformes totales <1.1 NMP/100ml

y la ausencia de bacterias coliformes fecales, *Escherichia coli*, y organismo patógeno como *Salmonella*. Se deberán realizar análisis de agua para determinar la existencia de coliformes totales, coliformes fecales, *Escherichia coli*. OIRSA/VIFINEX (2002).

No es recomendable el uso de aguas de río para el riego de hortalizas, ya que la calidad de nuestros ríos es alterada en mayor o menor grado debido a la contaminación por bacterias coliformes. Estas provienen de la disposición de aguas servidas con ningún tratamiento o poco tratamiento y otros desechos como basuras y residuos de las poblaciones que se vierten en las riberas de los ríos. También afectan las descargas provenientes de las agroindustrias de temporada cuyos desechos entre otros efectos, tienen grandes consumos de oxígeno. El mayor número de ríos del país se reportan como de calidad mediocre a pésima (42.5%), un 40% son ríos de pésima calidad, siendo una pequeña minoría (5%) la que presenta una buena calidad (Serrano, 1995).

Los sistemas poscosecha que utilicen agua deben ser diseñados de tal manera que minimicen la acumulación de suciedad y residuos de producto.

El área de empaque tiene que estar en buenas condiciones. La parte exterior deberá ser diseñada y construida para prevenir la entrada de plagas y contaminantes, el techo, paredes y el piso deben ser de materiales durables, lisos, fáciles de limpiar y que no sean tóxicos para el producto. El piso debe tener la pendiente suficiente para permitir que el agua escurra. Las paredes no deben tener esquinas que eviten la limpieza. Se deben proteger las lámparas para evitar una contaminación con el producto OIRSA/VIFINEX (2002).

2.7.2. Higiene y salud del personal.

El mismo autor señala que la salud e higiene del personal que están en contacto con las hortalizas debe cumplir con reglas establecidas por las empresas:

- Bañarse diariamente.

- Lavar manos adecuadamente antes y después de ir al baño.

- No comer, ni fumar, ni hablar en el área de trabajo.

- Usar la vestimenta apropiada: delantal, redecilla, guantes, mascarilla, zapatos adecuados.

- Se les prohíbe usar joyas, perfumes, cosméticos.

2.8 Análisis de peligros y Puntos Críticos de Control (HACCP).

El sistema HACCP se define como el análisis de peligros y puntos críticos de control y es la herramienta óptima de trabajo para facilitar y racionalizar las actividades necesarias para garantizar la inocuidad de los alimentos. Es además una aproximación sistemática hacia la identificación, evaluación y control de la seguridad alimentaria.

Es un sistema que sirve como un medio efectivo y racional de asegurar la calidad sanitaria de los alimentos en toda la cadena de producción.

El sistema está enfocado a las partes del proceso que generan riesgo, a la prevención más que la inspección, a la seguridad sanitaria del producto no a su calidad.

El sistema HACCP tiene como objetivo fundamental minimizar o prevenir la posible ocurrencia de peligros en los alimentos.

2.8.1 Puntos Críticos de Control (PCC).

Un punto crítico de control se define como un paso o procedimiento en el cual se puede aplicar un control y es esencial para prevenir o eliminar un riesgo o peligro en los alimentos o reducirlo hasta un nivel aceptable. La identificación completa y precisa de los PCC es fundamental cuando se controlan los riesgos de inocuidad alimentaria. La información desarrollada durante el análisis es esencial para que el equipo HACCP identifique los PCC (FAO, 2004).

2.9 Rastreabilidad

Rastreabilidad es la posibilidad de encontrar y seguir el rastro, a través de todas las etapas de producción, transformación y distribución, de un alimento, un pienso, un animal destinado a la producción de alimentos o una sustancia destinada a ser incorporada en alimentos o piensos o con probabilidad de serlo.

En otras palabras Trazabilidad es la capacidad para reconstruir la historia de un producto mediante información confeccionada y/o seleccionada para este fin.

Para la consecución de este objetivo global, cada eslabón de la cadena alimentaria contribuye con su propio plan de trazabilidad, facilitando a su vez que los demás eslabones cumplan sus exigencias específicas de trazabilidad. Las crisis alimentarias ocurridas en los últimos años han acrecentado la importancia de la trazabilidad como herramienta de la seguridad alimentaria.

Es de una importancia capital para garantizar la seguridad alimentaria de los consumidores, porque nos permite disponer de una forma rápida de toda la información sobre un alimento, se puede conocer, en caso de fallo dónde se produjo éste y permite ofrecer una mayor garantía al combinarlo con el sistema HACCP (Análisis de Peligros y Puntos de Control Críticos)... (De la granja al...2005).

El consumidor de hoy en día exige cada vez más información sobre los productos que compra. De ahí la importancia de la rastreabilidad, es decir, de la capacidad de hacer un sondeo retroactivo hacia los orígenes de un producto, y de determinar qué ocurrió con él durante su ciclo productivo. (Rastreabilidad en...2005).

De acuerdo a el (Manual Técnico... 2002). Rastreabilidad (Trazabilidad) es la capacidad de registrar el historial, aplicación o ubicación de alguna actividad. Se relaciona con el origen del insumo, la historia del procesamiento y la distribución y ubicación del producto después de su envío.

MATERIALES Y METODOS

3.1 Ubicación del área de estudio.

Inició con una investigación bibliográfica previa y una investigación de campo, se realizó en siete mercados y dos supermercados del área metropolitana de San Salvador.

Se visitaron unidades de salud cercanas a los mercados y supermercados, áreas agrícolas de Las Pilas Chalatenango, Valle de Zapotitán, La Libertad y las zonas de Chimaltenango y Quezaltenango en Guatemala. Fig. 5.

Los análisis se realizaron en Julio a Septiembre de 2004 (época lluviosa), finalizando en Enero a Febrero de 2005 (época seca).

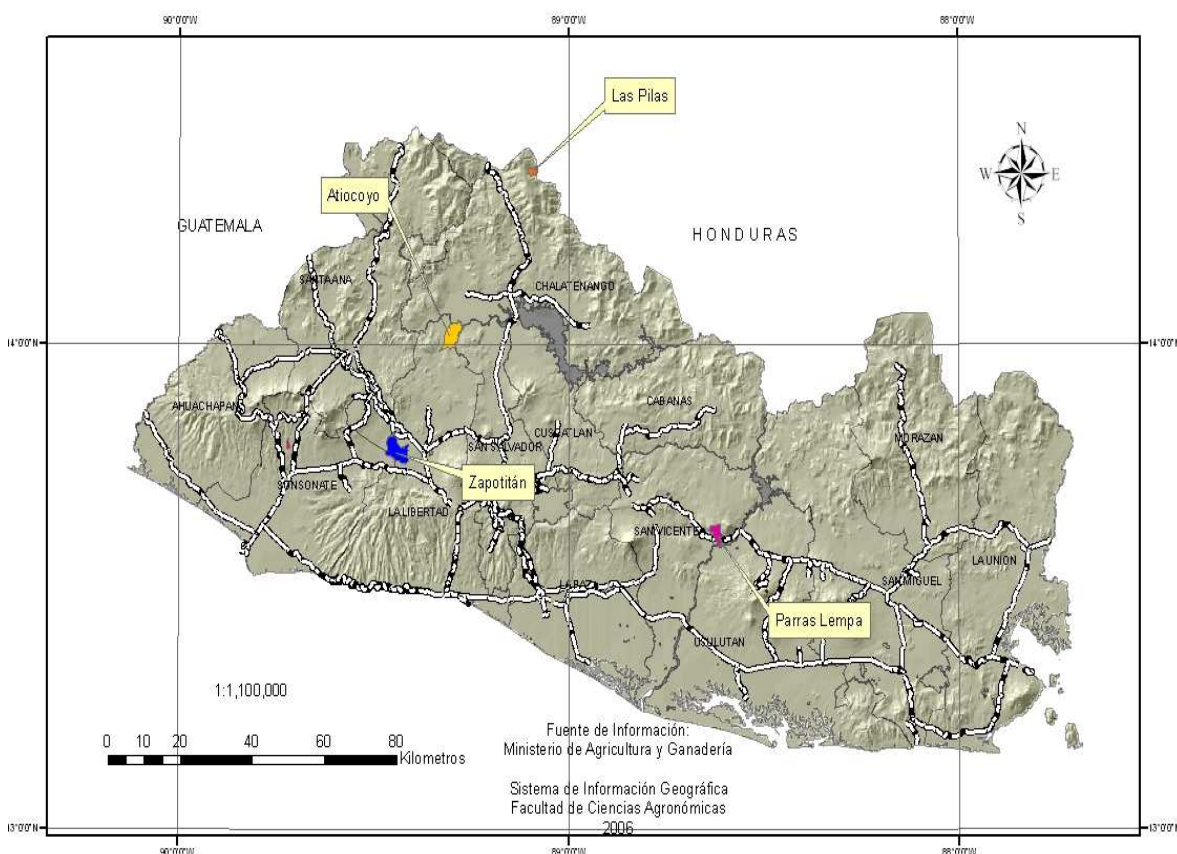


Figura 5. Zonas de producción de hortalizas en El Salvador.

3.2 Descripción de la metodología.

3.2.1 Fase de Campo.

3.2.1.1 Encuestas en las unidades de salud.

Se visitaron cinco unidades de salud del área metropolitana de San Salvador: San Jacinto, San Miguelito, Zacamil, San Antonio Abad y Lourdes, realizando encuestas en esas Unidades, cercanas a los lugares de distribución de los mercados estudiados, para conocer la incidencia de las enfermedades gastrointestinales y parasitarias en niños, adultos y ancianos con el objeto de relacionarlos al consumo de hortalizas contaminadas y conocer el tratamiento recomendado por el médico para calcular con respecto al precio de los medicamentos recetados, el costo por familia ocasionado por la ingestión de alimentos contaminados por microorganismos responsables de causar enfermedades.

3.2.1.2 Mercados y supermercados.

En la figura 6 se presentan los Mercados y Supermercados muestreados en el área metropolitana de San Salvador: Central, Modelo, La Tiendona, Zacamil, San Jacinto, San Miguelito, San Antonio Abad y los Supermercados La Despensa de Don Juan y Selectos.

En la figura 6 se presentan los diferentes mercados muestreados en el área metropolitana de San Salvador.

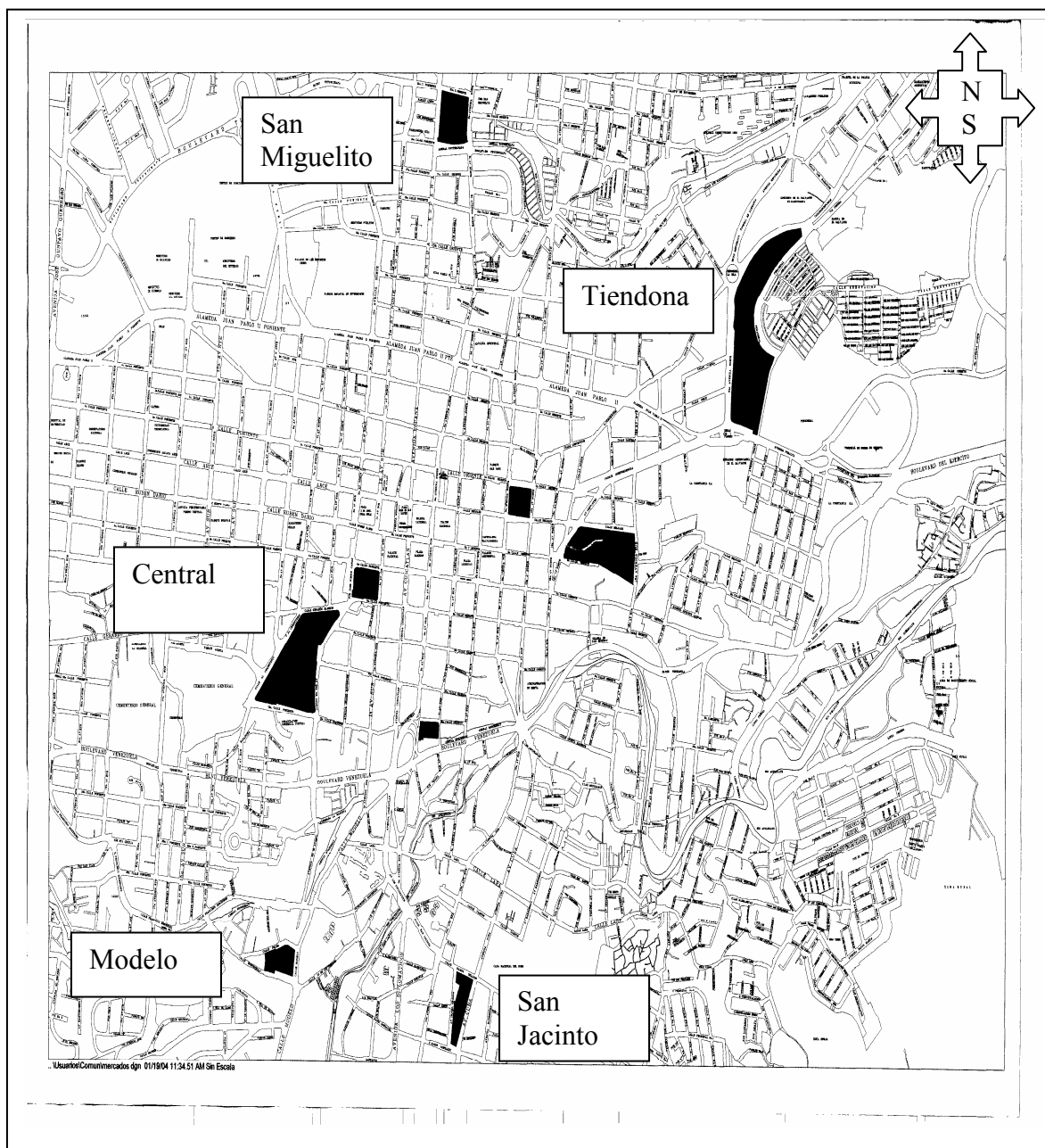


Figura 6. Mapa de mercados del área metropolitana.

Se encuestaron a las vendedoras de los mercados para conocer la procedencia, tratamiento e higiene de las hortalizas. En los supermercados, se entrevistó a las personas encargadas de comprar las hortalizas para conocer el origen de estas.

3.2.1.3 Zonas de producción hortícola.

Se visitó los principales lugares de producción de hortalizas como: Las Pilas, los Distritos de riego del Valle de Zapotitán y las zonas de Chimaltenango y Quezaltenango en Guatemala para conocer si los agricultores cumplen o no con las Buenas Prácticas Agrícolas, lo cual se comprobó a través de encuestas a los agricultores sobre el agua utilizada, abono aplicado, etc. y por medio de observación del terreno, de los alrededores, presencia o no de animales en el área de siembra, casas. Fig. 7.

3.2.3.4 Realización de análisis microbiológicos.

Se realizaron análisis microbiológicos para determinar la presencia de Coliformes fecales, *Escherichia coli*, *Salmonella* y parásitos en hortalizas de consumo fresco.

Las hortalizas que se analizaron fueron: cebolla, apio, rábano, tomate, cilantro, lechuga, repollo, pepino y zanahoria.

3.2.3.5 Prueba de t para determinar la diferencia entre datos en época seca y lluviosa.

Se realizó una prueba de “t” de diferencias entre datos de las mismas hortalizas, para conocer la contaminación en época lluviosa y época seca y poder detectar diferencias. Las pruebas se corrieron utilizando el método estadístico SAS.

3.3 Fase de laboratorio.

3.3.1 Muestras

Se analizaron 162 muestras de hortalizas recolectadas durante Julio a Septiembre de 2004 (época lluviosa), Enero a Febrero de 2005 (época seca). Un 50% de las muestras se recolectó durante la época seca y el otro 50% durante la época lluviosa. De cada una de las hortalizas se estudiaron 81 muestras.

Durante cada periodo se estudió por mercado y supermercado, una muestra de cinco unidades de cada hortaliza (una unidad por puesto de venta), realizándose 324 muestras (los análisis se realizaron por duplicado), en el laboratorio de Microbiología en alimentos del Centro de Desarrollo e Investigación en Salud (CENSALUD), Universidad de El Salvador.

3.3.2 Identificación de la muestra.

Las muestras tenían los datos completos de identificación: lugar de muestreo, fecha, hora de toma de muestra, análisis requerido, nombre del analista. La metodología de análisis seguida se basa en los métodos establecidos en el Bacteriological Analytical Manual and Methods of The Association of Oficial Analytical Chemist, publicados por la AOAC, (1992).

3.3.3 Procedimiento para el Muestreo.

La muestra fue tomada en forma aséptica en bolsas plásticas previamente rotuladas, las cuales se trasladaron al laboratorio en hieleras desinfectadas, bajo condiciones de que la microflora original que contiene el alimento no se altere.

3.3.4 Procedimiento para la preparación de la muestra. Preparación de diluciones.

- Para la dilución 10^{-1} . Se pesa en forma directa y aséptica 25 gramos de muestra en un frasco estéril agregando 225 ml de agua peptonada y agitando por medio de Stomacher.
- Dilución 10^{-2} . Inmediatamente después de agitada la muestra se toma una porción de 10 ml de la dilución anterior, con una pipeta estéril despuntada y se agrega a un frasco de dilución que contiene 90 ml de solución diluyente estéril, evitando el contacto entre la pipeta y el diluyente.
- Dilución 10^{-3} . Se toma con una pipeta 10 ml de la dilución 10^{-2} y se agregó a otro frasco conteniendo 90 ml de la solución diluyente.

Cada dilución se agita antes de su inoculación, no transcurriendo un tiempo mayor de 15 minutos entre la dilución de la muestra y su inoculación.

3.3.4.1 Prueba para bacterias coliformes totales, fecales y *Escherichia coli*.

De cada una de las diluciones se transfiere 1 mililitro a tres tubos que contienen caldo Fluorocult LMX, se incuban los tubos a $35 \pm 1^\circ\text{C}$ durante 24 horas. Los tubos que transcurrido este tiempo presentan color azul verdoso, indican prueba positiva para coliformes totales. Posteriormente se examinan bajo luz ultravioleta en un cuarto oscuro, utilizando lámpara fluorescente. La producción de un pigmento fluorescente constituye una prueba positiva para *Escherichia coli*.

Para confirmar la presencia de *Escherichia coli* se añaden dos gotas de reactivo de indol, una coloración roja indica prueba positiva.

Se toman dos asadas de los tubos que presentaron fluorescencia y se siembran en tubos que contienen caldo EC (caldo *Escherichia coli*), incubándolos en baño de agua a 44.5°C por 24 horas, la presencia de gas indica prueba positiva para coliformes fecales.

3.3.4.2. Determinación de *Salmonella*.

-De la dilución 10^{-1} se toman dos asadas y se colocan en tubos que contienen caldo tetrationato y en tubos con caldo Rappaport vassilidius.

-Se incuban los tubos inoculados a 35°C por 24 horas.

-Se toman dos asadas y se siembran sobre una superficie de Agar SS (*Salmonella-Shigella*) y Agar Rambac.

-Se incuban a 35°C por 24 horas.

-Seleccionándose las colonias incoloras o rosadas, translucidas o ligeramente opacas en el Agar SS y Rambac, realizándose pruebas bioquímicas para su confirmación.

-Resultados de pruebas bioquímicas:

Los cultivos que presenten una base amarilla con gas en agar TSI y H_2S positivas, rebordes sin alteración o rojo, indica presencia de *Salmonella sp.*

3.3.4.3 Determinación de parásitos.

Se centrifuga la solución de lavado de cada muestra a 1200rpm por 10 minutos, tomando dos asadas de la solución y se colocan en un porta objeto (lámina) conteniendo una gota de

solución de lugol, se coloca el cubre objeto y se observa a través del microscopio utilizando el objetivo 40X, identificando la presencia de huevecillos de parásitos.

3.3.4.4. Calidad sanitaria de las hortalizas.

Con base en los criterios de la Comisión Internacional de especificaciones Microbiológicas para alimentos, se establecen dos niveles de calidad sanitaria para las hortalizas: aceptable y no aceptable (Cuadro 2).

Cuadro 2. Límites Microbiológicos.

Determinaciones	NMP / g de hortaliza	Criterio
Coliformes Totales	≤1000	Aceptable
Coliformes fecales	≤1000	Aceptable
<i>Escherichia coli</i>	≤1000	Aceptable
<i>Salmonella</i>	Ausencia	Aceptable
Parásitos	Ausencia	Aceptable

Fuente: International Commission on Microbiological, Specification for foods (ICMSF) 1983.

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Análisis de costos por tratamiento de pacientes que acuden a las unidades de salud a consulta por enfermedades gastrointestinales y parasitarias.

Se elaboró un cuestionario (anexo 4) para conocer el número y edad de las personas que asisten a las unidades de salud a consulta por enfermedades gastrointestinales y parasitarias y conocer a través de el tratamiento que prescribe el medico, cual es el medicamento recetado, y así investigar el precio de cada medicamento para calcular el costo por enfermedad gastrointestinal y parasitaria en que incurren los pacientes.

En el cuadro 3 se presentan los resultados de las encuestas obtenidas de los pacientes que consultan por enfermedades gastrointestinales y parasitarias en las unidades de salud de Lourdes, San Miguelito, San Jacinto, San Antonio abad y Zacamil, obteniéndose el número de personas, la edad y el tipo de enfermedad por la cual consultan así como los gastos en que incurren estos pacientes.

Con respecto al análisis de las encuestas entre las personas que asisten a las unidades de Salud estudiadas, las personas que más consultan por enfermedades diarreicas e intestinales son los niños menores de 1 año, de 1 a 4 años y los adultos cuyas edades comprenden entre 20 y 59 años, siendo el sexo femenino el que más asiste a la unidad de salud a consulta (Cuadro 3). El tratamiento que prescribe el medico, depende si se trata de una diarrea de origen bacteriana o parasitaria.

Entre los medicamentos indicados en las diferentes unidades de salud están: Trimetropim, Amikacina, Gentamicina Ciprofloxacina, Metronidazol, Mebendazol, Secnidazol, suero oral.

Cuadro 3. Costos por tratamiento en Unidades de Salud (Enero a Diciembre 2004).

Unidad de Salud de Lourdes						
Edades años	Menor a 1	1 a 4	5 a 9	10 a 19	20 a 59	≥60
Personas que consultaron	254	451	144	112	227	62
Diarrea bacteriana	\$2,646.68	\$4,699.42	\$1,500.48	\$8,051.68	\$19,724.03	\$4,457.18
Diarrea parasitaria	\$3,553.46	\$6,309.49	\$2,014.56	\$1,774.44	\$7,007.49	\$983.94
Sub total	\$6,200.14	\$11,008.91	\$3,515.04	\$9,826.12	\$26,731.52	\$5,441.12
Gastos por persona	\$24.00	\$24.00	\$24.00	\$87.73	\$117.76	\$87.77
Total			\$62,722.85			
Unidad de Salud de San Miguelito						
Edades años	Menor a 1	1 a 4	5 a 9	10 a 19	20 a 59	≥60
Personas que consultaron	507	886	326	206	485	108
Diarrea bacteriana	\$5289.94	\$9,232.12	\$3,618.60	\$14,809.3	\$42,141.65	\$7,764.1
Diarrea parasitaria	\$7092.93	\$12,395.14	\$4,560.74	\$3,269.22	\$1,497.95	\$1,713.9
Sub total	\$12375.87	\$21,627.26	\$8,179.34	\$18,078.6	\$43,639.6	\$9,478.0
Gastos por persona.	\$24.41	\$24.41	\$24.41	\$87.73	\$117.76	\$87.76
Total			\$113,378.7			
Unidad de Salud de San Jacinto						
Edades años	Menor a 1	1 a 4	5 a 9	10 a 19	20 a 59	≥60
Personas que consultaron	475	999	374	239	546	142
Diarrea bacteriana	\$4,949.50	\$10,409.0	\$4,151.40	\$17,181.0	\$47,441.0	\$10,208.0
Diarrea parasitaria	\$6,645.25	\$13,976.0	\$5,232.26	\$3,792.93	\$16,855.0	\$2,253.54
Sub total	\$1,159.75	\$24,385.6	\$9,383.7	\$20,974.6	\$64,297.0	\$12,461.9
Gastos por persona	\$24.41	\$24.41	\$25.09	\$87.76	\$117.76	\$87.76
Total			\$143,097			
Unidad de Salud de San Antonio Abad						
Edades años	Menor a 1	1 a 4	5 a 9	10 a 19	20 a 59	≥60
Personas que consultaron	359	511	155	130	309	55
Diarrea bacteriana	\$3,740.8	\$5,324.6	\$1,720.5	\$9,345.7	\$26,849	\$4,778.9
Diarrea parasitaria	\$5,022.4	\$7,149.0	\$2,063.10	\$2,063.10	\$9,538.8	\$872.85
Sub total	8,763.19	\$12,473.	\$11,408.8	\$11,408.8	\$36,387.	\$5,651.8
Gastos por persona	\$24.41	\$24.41	\$73.60	\$87.76	\$117.79	\$102.76
Total			\$78,574.0			
Unidad de Salud de Zacamil						
Edades años	Menor a 1	1 a 4	5 a 9	10 a 19	20 a 59	≥60
Personas que consultaron	200	411	103	100	230	55
Diarrea bacteriana	\$2490.4	\$3,751.2	\$1,931.4	\$7620.3	\$24,850	\$5463.6
Diarrea parasitaria	\$253.0	\$5036.4	\$2,434.3	\$4539	\$8,828.8	\$1,206.1
Sub total	2743.4	\$4,365.7	\$4,365.6	\$12,159.2	\$33,679.	\$6,669.7
Gastos por persona	\$24.41	\$24.41	\$73.60	\$87.76	\$117.79	\$102.76
Total			\$6,840.91			

Al realizar los cálculos para obtener los costos, las personas que incurren en mayores gastos son aquellas cuyas edades oscilan entre 20 a 59 años, siendo esta la población productiva del país y la que influye más en la economía, obteniéndose gastos de alrededor de \$117.79 por persona en 5 días, tomando en cuenta que aquí se incluye no solo el gasto por el medicamento, sino también gastos por consulta, transporte, incapacidad laboral, etc. Los costos más obvios son los producidos por las enfermedades gastrointestinales y parasitarias que afectan no solo a los individuos involucrados sino también a sus familias incidiendo en su economía principalmente las de escasos recursos, además de afectar las comunidades, industrias y el gobierno.

Las unidades de salud en donde más personas consultan por este tipo de enfermedades son: San Jacinto, San Miguelito, y en menor cantidad las de San Antonio Abad, Lourdes y Zacamil (Cuadro 3).

Se puede decir que las personas que asisten a la unidad de salud de San Jacinto, podrían adquirir las hortalizas del mercado San Jacinto, que fue uno de los mercados que presentó muestras más contaminadas.

No existe una relación directa entre las hortalizas contaminadas de los diferentes mercados con la ingesta de estas por las personas que consultan por enfermedades gastrointestinales en las unidades de salud cercanas a estos mercados, ya que otro de los mercados con hortalizas mas contaminadas fue La Tiendona y se creería que estas personas asistirían a la unidad de salud de Lourdes, pero con respecto al número de personas que asisten a consulta son menores que la de San Jacinto y San Miguelito; puede ser que asistan a otras unidades de salud o que no consulten.

4.2 Zonas de producción de hortalizas.

Las zonas de producción de hortalizas a nivel nacional, están ubicadas en lugares específicos como: Las Pilas Chalatenango, Distrito de riego del valle de Zapotitán La Libertad, distrito de riego de Atiocoyo Chalatenango, Nueva Concepción Chalatenango, Jayaque Sonsonate, San Antonio del Monte Sonsonate, Lempa Acahuapa San Vicente, como se puede observar en la figura 1.

Existen además otros lugares donde siembran hortalizas, por ejemplo el rábano y cilantro se siembra en gran cantidad en el área del volcán de San Salvador.

4.3 Factores de Contaminación

Existen factores que influyen en la contaminación de las hortalizas, como es la mala aplicación de las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) por los agricultores, observándose viviendas dentro de las áreas cultivadas, como puede observarse en la figura 7. Así como animales cerca de las áreas de cultivo, aumentando la contaminación (Figura 8).



Figura 7. Vivienda dentro del cultivo de repollo en Las Pilas Chaltenango.(A) Vivienda dentro del cultivo de lechuga. Guatemala. (Quezaltenango). (B)



Figura 8. Animales dentro del área de cultivo. Guatemala.

En los lugares de producción visitados el 100% de los agricultores utilizan agua procedente de ríos para el riego de hortalizas. En Las Pilas Chalatenango, se utiliza riego por aspersión. (Figura 9). Aunque en otros lugares el riego es por surcos a través de represas en los ríos aledaños como en el valle de Zapotitán La Libertad y Lempa Acahuapa San Vicente (Figura 10).

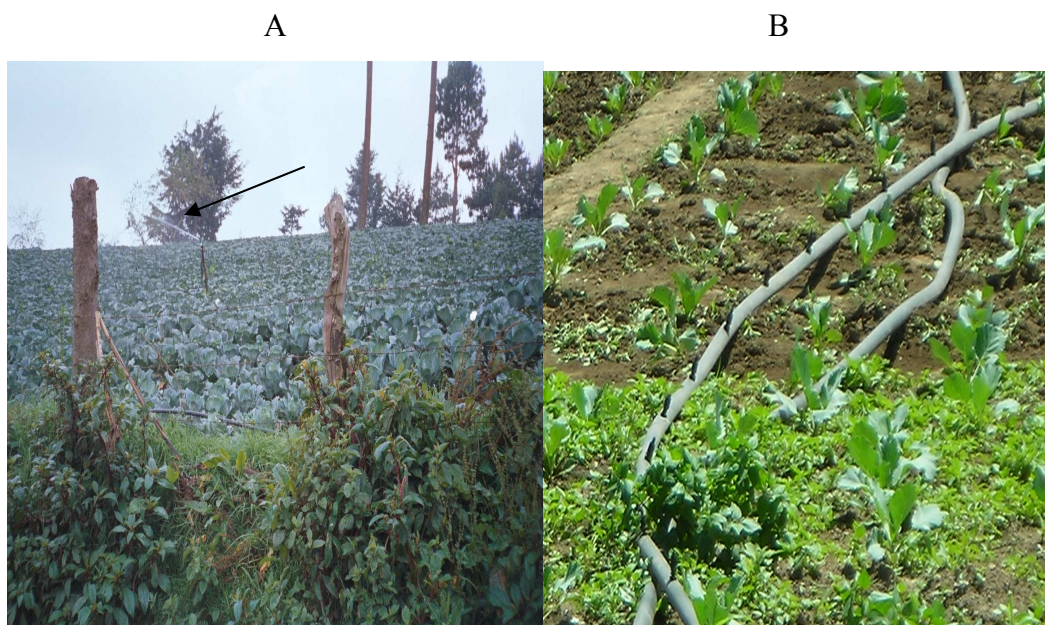


Figura 9. Diferentes tipos de riego en la producción de hortalizas: a) riego por aspersión (Las Pilas) y b) riego por goteo (Guatemala).



Figura 10. Distrito de riego Lempa Acahuapa

La mayoría de los agricultores utilizan como agua de riego, la procedente de los ríos cercanos al área de siembra, especialmente en la época seca. El uso de aguas sin tratar, es un factor responsable de la contaminación encontrada en las hortalizas, así como la contaminación del suelo por repetidas aplicaciones de agua contaminada o por heces de animales y humanos tal como lo menciona Rodríguez, 2000.

Los habitantes del lugar depositan la basura en los alrededores de sus casas contaminando los cultivos. En cuanto al tipo de fertilización más del 75% utilizan fertilización química, solo en Las Pilas utilizan fertilización orgánica. La forma de producción policultivo como puede observarse en la Figura 11.

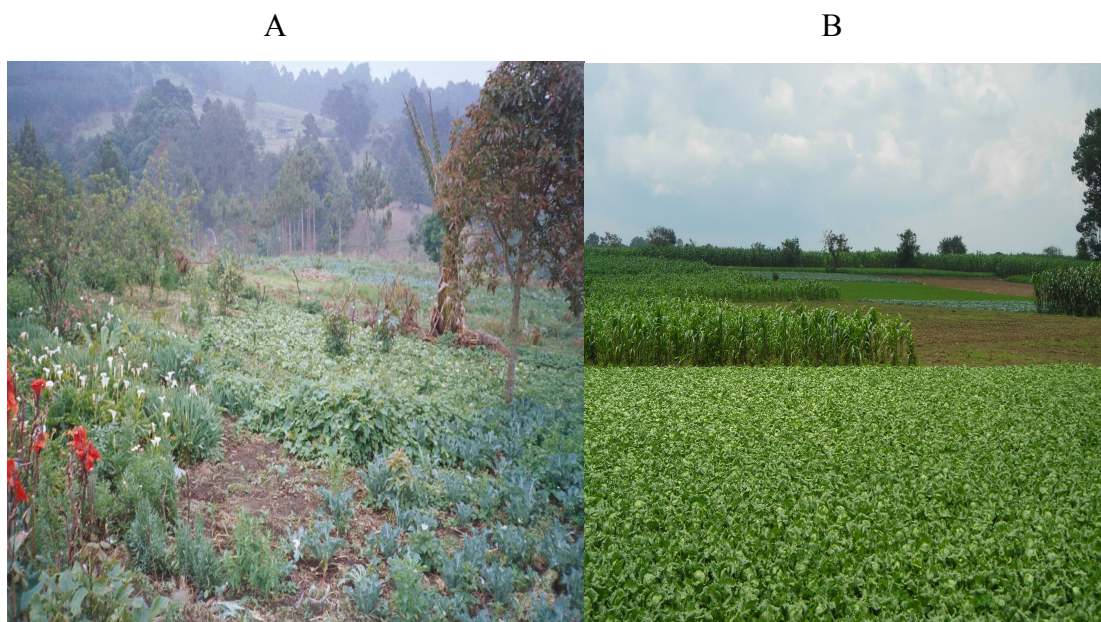


Figura 11. Policultivos: a) de lechuga, repollo y otros (Las Pilas) y b) lechuga, repollo y otros (Guatemala).

Se ha demostrado que la frecuente contaminación del suelo al hacer varias aplicaciones de agua contaminada por heces, afectan los factores ambientales y permite que los agentes patógenos permanezcan viables en la tierra por varios meses especialmente en las zonas húmedas y sombreadas (Jawetz, 2000). Esto nos ayuda a comprender el porque las hortalizas presentan contaminación fecal en época lluviosa especialmente aquellas cuya parte comestible esta en contacto directo con el suelo.

En cuanto al tipo de transporte es por medio de camiones; dependiendo de la hortaliza utilizan cestas o redes o lo depositan directamente en camiones como es el caso de los repollos (Figura 12).



Figura 12. Transporte de repollo a granel: Las Pilas y Guatemala.

La forma de cosecha de hortalizas es manual y no utilizan ningún tratamiento ya que las hortalizas las despachan hacia los mercados sin lavarlas y sin ningún tratamiento, lo cual se comprobó en los mercados y supermercados con algunas hortalizas como cilantro, lechuga, apio, zanahoria, las cuales estaban contaminadas con residuos de tierra, ya que estas son depositadas en el suelo. Figura 13.

Las malas condiciones higiénicas de los trabajadores rurales, constituyen otra fuente de contaminación, ya que el agua que utilizan para lavarse y lavar recipientes para cosecha e inclusive las propias hortalizas, es agua procedente de los ríos; la mayoría de trabajadores no utilizan letrinas cuando están trabajando en el área de cultivo.

El utilizar abonos orgánicos, como en el caso de las Pilas, si no es composteado adecuadamente, constituye otra fuente de contaminación.

Además es importante mencionar que los agricultores en su mayoría no aplican las Buenas Prácticas Agrícolas, por el contrario utilizan aguas de ríos que probablemente están contaminados, ya que el 90% de nuestros ríos presentan algún tipo de contaminación (Serrano, 1995).



Figura 13. Recolección de zanahorias. Guatemala.

4.3 Lugares de envío.

De las encuestas realizadas los aspectos más importantes fueron:

En los mercados se produce contaminación de las hortalizas, debido a las malas prácticas de tratamiento y almacenamiento por parte de las vendedoras, ya que el 100% agregan agua a las hortalizas para mantenerlas frescas para la venta, la cual puede ser fuente de contaminación microbiológica, además están en contacto directo con el ambiente y son manipuladas por vendedoras y compradores. Las almacenan en el puesto de venta, no utilizan refrigeración (Figura 14), influyendo esto en el deterioro de estas hortalizas. Además están expuestas y frecuentemente rondadas por moscas y otros insectos incluyendo cucarachas, que son fuentes de transmisión de microorganismos causantes de enfermedades.



Figura 14. Puesto de venta de hortalizas en mercado Modelo.

En la figura 14 se observa que las hortalizas no están separadas, esto podría ser una fuente de contaminación entre ellas.

En los diferentes mercados visitados, en general se observó presencia de insectos, basura y no todas las vendedoras presentan vestimenta ni la higiene adecuada.

En los supermercados, La Despensa de Don Juan y Selectos, las hortalizas son mantenidas en refrigeración, aunque están en contacto con el ambiente y manipuladores. Esto lo podemos observar en la figura 15. Las hortalizas diariamente son rociadas con agua para mantenerlas frescas, todos estos factores pueden agregar microorganismos a los ya existentes, aumentando la contaminación.



Figura 15. Venta de hortalizas en supermercados.

Es probable que la carga microbiana de los productos agrícolas comercializados en los mercados y supermercados tenga su origen en el proceso de refrescamiento con agua contaminada realizado durante el transporte, en el puesto de venta o que se deba a una deficiencia en las medidas de higiene de las personas y del ambiente.

4.4 Análisis microbiológicos realizados en muestras de hortalizas procedentes de los mercados del área metropolitana (Central, San Antonio Abad, La Tiendona, San Jacinto, San Miguelito, Zacamil y Modelo).

En la visita realizada en los siete mercados para la obtención de las muestras de hortalizas, se pudo observar que estos productos se encuentran en contacto con verduras, frutas e incluso algunos de ellos se encontraron en el suelo. Ciertos productos ya estaban con signos de deterioro, y en hortalizas como lechuga, repollo, las vendedoras les retiran las hojas superficiales con la finalidad de mejorar la presentación.

Se pudo observar la presencia de cucarachas sobre las hortalizas principalmente rábano, en el puesto de venta en el mercado de San Miguelito.

Hortalizas como cilantro, apio, las tienen en recipientes con agua sucia y las rocían con la misma agua la cual proviene del mismo mercado.

En algunos puestos de venta específicamente en el mercado Modelo, existían materiales fuentes de contaminación como son botes, bolsas, utensilios de limpieza, ubicados muy cerca de las hortalizas.

Los mercados que presentaron hortalizas más contaminadas en orden de importancia fueron: La Tiendona, Modelo y Central.

En el cuadro 4 se presentan los resultados de los análisis de las bacterias y de parásitos encontrados en las muestras de apio. La determinación de las bacterias es utilizándose la técnica del número mas probable (NMP) y por comparación con tablas (anexo 1) se reporta si la muestra es aceptable o no aceptable. La presencia de huevecillos de parásitos es por observación al microscopio a través del objetivo 40X. Esto se utiliza para todas las muestras.

El apio es una de las hortalizas que fácilmente se puede contaminar principalmente en los mercados por la forma de conservación que es a través del rociado con agua y por la mayor manipulación en la venta.

El mayor porcentaje de muestras resultaron ser no aceptables por presentar mayor porcentaje de coliformes totales y parásitos en la época seca (Cuadro 4).

Cuadro 4. Determinación de Coliformes totales, fecales, *Escherichia coli* en muestras de apio.

Época lluviosa						
APIO	Coliformes totales	Coliformes fecales	<i>Escherichia coli</i>			
Muestra aceptable	56	56	56			
Muestra no aceptable	44	44	44			
Época seca.						
APIO	Coliformes Totales	Coliformes fecales	<i>Escherichia coli</i>			
Muestra aceptable	11	78	78			
Muestra no aceptable	89	22	22			
Determinación de parásitos en época lluviosa						
APIO	<i>Endolimax nana</i>	<i>Entamoeba coli</i>	<i>Entamoeba histolitica</i>	<i>Giardia intestinalis</i>	<i>Ascaris lumbricoides</i>	<i>Tenia sp</i>
Muestra aceptable	100	100	100	100	100	100
Muestra no aceptable	0	0	0	0	0	0
Época seca.						
APIO	<i>Endolimax nana</i>	<i>Entamoeba coli</i>	<i>Entamoeba histolitica</i>	<i>Giardia intestinalis</i>	<i>Ascaris lumbricoides</i>	<i>Tenia sp</i>
Muestra aceptable	56	67	100	0	67	89
Muestra no aceptable	44	33	0	100	33	11

De las muestras de apio procedentes de los mercados Zacamil, San Antonio Abad, Central y La Tiendona, no presentaron contaminación por Coliformes totales, fecales, ni *Escherichia coli* en la época lluviosa, encontrándose un 56% de muestras aceptables.

El 44% de Apio procedente de los mercados Modelo, San Jacinto, San Miguelito, presentaron contaminación por coliformes totales, fecales y *Escherichia coli*.

En estas muestras se observó presencia de tierra, es importante mencionar que las muestras de apio obtenidas de los mercados Modelo, San Jacinto, Central y San Miguelito, son mantenidas en recipientes con aguas sucias de acuerdo a encuesta y por observación.

Al comparar las dos épocas en que se realizó el análisis para las muestras de apio, en la época seca se presentó menor contaminación por Coliformes fecales y *Escherichia coli* con respecto a la época lluviosa., pudiendo influir en este caso el arrastre de microorganismos.

Todas las muestras de apio analizadas en la época seca presentaron contaminación con parásitos, el único parásito que no se encontró fue *Entamoeba histolitica* (Cuadro 4). Se observó la presencia de *Giardia intestinalis* en el 100% de las muestras analizadas.

En la época seca se observó la presencia de huevecillos y quistes de parásitos, no así en la época lluviosa, por lo que su presencia en estas puede deberse al riego con aguas contaminadas. Las muestras de apio procedentes de los mercados Modelo, San Jacinto, San Miguelito fueron consideradas no aptas para consumo humano, por no cumplir con normas establecidas según FAO, 1995.

El apio es una de las hortalizas muy usadas por las personas que practican dieta vegetariana, además de utilizarse en ensaladas, por lo que es importante que este libre de cualquier tipo de contaminación.

En el cuadro 5 se presentan los datos obtenidos de los análisis realizados en época seca y época lluviosa de las muestras de cebolla.

Esta hortaliza a pesar de estar en contacto directo con el suelo se le considera una muestra aceptable en un 100% con respecto a los resultados para coliformes fecales y *Escherichia coli*, no así para coliformes totales y los parásitos *Giardia intestinalis*, *Ascaris lumbricoides* y *Endolimax nana*.

Cuadro 5. Determinación de Coliformes totales, fecales, *Escherichia coli* en muestras de cebolla.

Época lluviosa						
CEBOLLA	Coliformes totales		Coliformes fecales		<i>Escherichia coli</i>	
Muestra aceptable	89		100		100	
Muestra no aceptable	11		0		0	
Época seca						
CEBOLLA	Coliformes Totales		Coliformes fecales		<i>Escherichia coli</i>	
Muestra aceptable	67		100		100	
Muestra no aceptable	33		0		0	
Determinación de parásitos en época lluviosa						
CEBOLLA	<i>Endolimax nana</i>	<i>Entamoeba coli</i>	<i>Entamoeba histolitica</i>	<i>Giardia intestinalis</i>	<i>Ascaris lumbricoides</i>	<i>Tenia sp</i>
Muestra aceptable	100	100	100	88	88	100
Muestra no aceptable	0	0	0	11	11	0
Época seca.						
CEBOLLA	<i>Endolimax nana</i>	<i>Entamoeba coli</i>	<i>Entamoeba histolitica</i>	<i>Giardia intestinalis</i>	<i>Ascaris lumbricoides</i>	<i>Tenia sp</i>
Muestra aceptable	78	100	100	33	78	100
Muestra no aceptable	22	0	0	67	22	0

Con respecto a los análisis realizados en época seca y lluviosa en las muestras de cebolla, esta se considera libre del patógeno *Escherichia coli*. Solo en un 11% se encontró contaminación por coliformes totales en época lluviosa, reportándose mayor contaminación en época seca en un 33% aquí puede influir el uso de agua utilizada, no desinfectar el producto después de cosecharlo, ya que este es despachado directamente en camiones hacia los sitio de distribución.

Se pudo observar que estos productos en los mercados los mantienen directamente en el suelo, siendo fácilmente contaminados.

Con respecto a los parásitos, no se encontró mayor contaminación en la época lluviosa. Del 100% de las muestras analizadas, 11% presentaron contaminación por *Giardia intestinalis* y *Ascaris lumbricoides*.

Estos parásitos se encuentran en heces humanas y de animales. Los vendedores son fuente principal de contaminación de las hortalizas, ya que pueden transmitirse estos parásitos a través de manos sucias al no lavarse adecuadamente después de ir al baño, o a través de insectos al estar en contacto con las muestras, de aquí la importancia del conocimiento y uso de las buenas practicas higiénicas (BPH).

En la época seca se presentó mayor contaminación por parásitos, encontrándose *Giardia intestinalis* en un 67% de las muestras analizadas, *Ascaris lumbricoides* y *Endolimax nana* con un 22% respectivamente.

Las muestras de cebolla aunque no presentaron contaminación por Coliformes fecales ni *Escherichia coli*, esto no implica que puedan estar contaminadas por parásitos como se pudo observar en el cuadro 5.

En el cuadro 6 se presentan los resultados de los análisis de las muestras de cilantro. Se pudo observar que en los mercados, estas son mantenidas en recipientes con agua con el objetivo de mantenerlas frescas.

Debido a su naturaleza, son más difíciles de desinfectar, influyendo esto en la contaminación por bacterias y parásitos. Estos productos no presentan ningún tratamiento son distribuidas directamente hacia los mercados. Este es una de las hortalizas mas contaminadas de acuerdo a los resultados obtenidos (Cuadro 6).

Cuadro 6. Determinación de Coliformes totales, fecales, *Escherichia coli* en muestras de cilantro.

Época lluviosa.						
CILANTRO	Coliformes totales	Coliformes fecales	<i>Escherichia coli</i>			
Muestra aceptable	33	33	33			
Muestra no aceptable	67	67	67			
Época seca.						
CILANTRO	Coliformes totales	Coliformes fecales	<i>Escherichia coli</i>			
Muestra aceptable	0	33	33			
Muestra no aceptable	100	67	67			
Determinación de parásitos en muestras de cilantro. Época lluviosa						
CILANTRO	<i>Endolimax nana</i>	<i>Entamoeba coli</i>	<i>Entamoeba histolítica</i>	<i>Giardia intestinalis</i>	<i>Ascaris lumbricoides</i>	<i>Tenia sp</i>
Muestra aceptable	67	88	78	33	22	100
Muestra no aceptable	33	11	22	67	78	0
Época seca.						
CILANTRO	<i>Endolimax nana</i>	<i>Entamoeba coli</i>	<i>Entamoeba histolítica</i>	<i>Giardia intestinalis</i>	<i>Ascaris</i>	<i>Tenia sp</i>
Muestra aceptable	78	100	100	0	56	67
Muestra no aceptable	22	0	0	100	42	33

El 67% de las muestras analizadas en época lluviosa, presentaron contaminación por Coliformes totales, fecales y *Escherichia coli*, se consideran no aptas para consumo humano por el elevado porcentaje de contaminación.

Todas las muestras presentaron contaminación por parásitos. El único parásito que no se encontró en esta hortaliza fue *Tenia sp*. El cilantro no se considera apto para el consumo humano por presentar contaminación por parásitos, coliformes y *Escherichia coli*. De todas las muestras fue la más contaminada. *Giardia intestinales* y *Ascaris lumbricoides* fueron los parásitos encontrados en la mayoría de las muestras. Se pudo observar contaminación en ambas épocas (lluviosa y seca).

En época seca, el 100% de las muestras presentaron contaminación con *Giardia intestinalis*, el 42% con *Ascaris lumbricoides*, un 33% con *Tenia sp* y un 22% por *Endolimax nana*.

En la mayoría de las muestras se observó residuos de tierra, además de insectos en las hojas.

La mayor parte de estas muestras provenían del interior del país (volcán de San Salvador) con base a las encuestas realizadas a los vendedores en los mercados.

El cilantro es una de las hortalizas que presentó mayor contaminación en época lluviosa y seca. No se observó una diferencia significativa entre estas dos épocas.

De las muestras de lechuga analizadas (Cuadro7) las que presentaron menor contaminación fueron las que estaban empacadas; las que no estaban empacadas, presentaron residuos de tierra.

Esta es otra hortaliza que al igual que el cilantro esta en contacto directo con el suelo influyendo directamente en su contaminación así como el tipo de agua y riego utilizado. El mayor porcentaje de lechuga es proveniente de Guatemala.

Se puede observar que en la época lluviosa se presentó mayor contaminación por bacterias y parásitos, influyendo en gran medida los contaminantes arrastrados por las aguas lluvias en este caso. Aunque influye el tipo de transporte utilizado, así como las condiciones higiénicas de los vendedores y de los lugares de distribución.

El 22% de las muestras analizadas en la época lluviosa son muestras no confiables o no aceptables por presentar coliformes fecales y *Escherichia coli*, por lo cual no son aptas para consumo humano. Con respecto a los resultados de los análisis para parásitos no existe una diferencia significativa entre las épocas seca y lluviosa (Cuadro 7).

Cuadro 7. Determinación de Coliformes totales, fecales, *Escherichia coli* en muestras de lechuga.

Época lluviosa.						
LECHUGA	Coliformes totales		Coliformes fecales		<i>Escherichia coli</i>	
Muestra aceptable	78		78		78	
Muestra no aceptable	22		22		22	
Época seca.						
LECHUGA	Coliformes totales		Coliformes fecales		<i>Escherichia coli</i>	
Muestra aceptable	78		100		100	
Muestra no aceptable	22		0		0	
Determinación de parásitos en muestras de cilantro. Época lluviosa						
LECHUGA	<i>Endolimax nana</i>	<i>Entamoeba coli</i>	<i>Entamoeba histolítica</i>	<i>Giardia intestinalis</i>	<i>Ascaris lumbricoides</i>	<i>Tenia sp</i>
Muestra aceptable	89	100	100	56	33	100
Muestra no aceptable	11	0	0	44	67	0
Época seca.						
LECHUGA	<i>Endolimax nana</i>	<i>Entamoeba coli</i>	<i>Entamoeba histolítica</i>	<i>Giardia intestinalis</i>	<i>Ascaris</i>	<i>Tenia sp</i>
Muestra aceptable	78	100	100	33	67	100
Muestra no aceptable	22	0	0	67	33	0

De las muestras analizadas en época lluviosa, el 22% estaban contaminadas por las bacterias Coliformes totales, fecales y *Escherichia coli*. Se observó mayor contaminación en época lluviosa con respecto a época seca en relación a coliformes fecales y *Escherichia coli*.

Se encontró *Endolimax nana* en un 22%, *Giardia intestinalis* en 67% y *Ascaris lumbricoides* en 33%. Se observó un leve incremento en la contaminación por estos parásitos en la época seca con respecto a la época lluviosa.

Las muestras que presentaron contaminación fueron las que no estaban empacadas, ya que se observaron residuos de tierra entre las hojas y además presentaban hojas dañadas, considerándose estas muestras no aptas para consumo humano.

En el cuadro 8 se presentan los resultados de las muestras de pepino encontrándose que el 100% son aptas para consumo, no presentaron contaminación por bacterias ni por parásitos.

Cuadro 8. Determinación de Coliformes totales, fecales, *Escherichia coli* en muestras de pepino.

Época lluviosa.						
PEPINO	Coliformes totales		Coliformes fecales		<i>Escherichia coli</i>	
Muestra aceptable	100		100		100	
Muestra no aceptable	0		0		0	
Época seca.						
PEPINO	Coliformes totales		Coliformes fecales		Escherichia coli	
Muestra aceptable	100		100		100	
Muestra no aceptable	0		0		0	
Determinación de parásitos en muestras de pepino. Época lluviosa						
PEPINO	<i>Endolimax nana</i>	<i>Entamoeba coli</i>	<i>Entamoeba histolítica</i>	<i>Giardia intestinalis</i>	<i>Ascaris lumbricoides</i>	<i>Tenia sp</i>
Muestra aceptable	100	100	100	100	100	100
Muestra no aceptable	0	0	0	0	0	0
Época seca.						
PEPINO	<i>Endolimax nana</i>	<i>Entamoeba coli</i>	<i>Entamoeba histolítica</i>	<i>Giardia intestinalis</i>	<i>Ascaris</i>	<i>Tenia sp</i>
Muestra aceptable	100	100	100	100	100	100
Muestra no aceptable	0	0	0	0	0	0

En el cuadro 9, se presentan los resultados obtenidos de las muestras de rábano y de acuerdo a los resultados, las muestras de esta hortaliza presentaron contaminación en ambas épocas, siendo mayor la contaminación en la época seca. En este caso puede influir el tipo de agua utilizada para el riego y lavado poscosecha, y además por ser una hortaliza que esta en contacto directo con la tierra, es mas fácilmente contaminada por bacterias y parásitos, aunque es importante mencionar que en los lugares de distribución, continuamente les añaden agua para mantenerlas frescas como pudo observarse en los mercados, contribuyendo a la contaminación.

Se consideran muestras no aptas para consumo humano por su mayor contenido de bacterias coliformes, *Escherichi coli* y parásitos como se observa en el cuadro 9.

Cuadro 9. Determinación de Coliformes totales, fecales, *Escherichia coli* en muestras de rábano.

Época lluviosa.						
RÁBANO	ColiformesTotales	Coliformes fecales	<i>Escherichia coli</i>			
Muestra aceptable	56	56	56			
Muestra no aceptable	44	44	44			
Época seca						
RABANO	Coliformes Totales	Coliformes fecales	<i>Escherichia coli</i>			
Muestra aceptable	0	44	44			
Muestra no aceptable	100	56	56			
Determinación de parásitos en muestras de rábano. Época lluviosa						
RABANO	<i>Endolimax nana</i>	<i>Entamoeba coli</i>	<i>Entamoeba histolitica</i>	<i>Giardia intestinalis</i>	<i>Ascaris lumbricoides</i>	<i>Tenia sp</i>
Muestra aceptable	100	78	100	33	33	100
Muestra no aceptable	0	22	0	67	67	0
Época seca.						
RABANO	<i>Endolimax nana</i>	<i>Entamoeba coli</i>	<i>Entamoeba histolitica</i>	<i>Giardia intestinalis</i>	<i>Ascaris lumbricoides</i>	<i>Tenia sp</i>
Muestra aceptable	88	88	100	33	78	100
Muestra no aceptable	11	11	0	67	22	0

El 44% de las muestras analizadas en época lluviosa presentaban contaminación por coliformes y *Escherichia coli*.

El 100% de las muestras analizadas en la época seca presentaban contaminación por Coliformes Totales, el 56% estaban contaminadas por Coliformes fecales y *Escherichia coli*. En época seca se observó mayor contaminación de ésta hortaliza con respecto a todos los microorganismos analizados.

En cuanto a los parásitos, se reportó mayor contaminación en la época lluviosa con respecto a la época seca. Se encontró *Giardia intestinalis* en un 67 %, *Ascaris lumbricoides* en un 67% y *Endolimax nana* y *Entamoeba coli* en un 22%. La mayoría de estas muestras provenían del interior del país (volcán de San Salvador).

En el cuadro 10 se presentan los resultados de los análisis efectuados en las muestras de repollo. Esta hortaliza aunque esta en contacto directo con el suelo presenta menor contaminación con respecto a coliformes y *Escherichia coli*, lo cual se debe que para su venta son retiradas las hojas superficiales que protegen al producto de la contaminación, esto se observó en los diferentes lugares de distribución.

Cuadro 10. Determinación de Coliformes totales, fecales, *Escherichia coli* en muestras de repollo.

Época lluviosa.						
REPOLLO	Coliformes totales		Coniformes fecales		<i>Escherichia coli</i>	
Muestra aceptable	100		100		100	
Muestra no aceptable	0		0		0	
Época seca						
REPOLLO	Coliformes Totales		Coliformes fecales		<i>Escherichia coli</i>	
Muestra aceptable	22		100		100	
Muestra no aceptable	78		0		0	
Determinación de parásitos en muestras de repollo. Época lluviosa.						
REPOLLO	<i>Endolimax nana</i>	<i>Entamoeba coli</i>	<i>Entamoeba histolítica</i>	<i>Giardia intestinalis</i>	<i>Ascaris lumbricoides</i>	<i>Tenia sp</i>
Muestra aceptable	78	100	100	89	44	89
Muestra no aceptable	22	0	0	11	56	11
Época seca.						
REPOLLO	<i>Endolimax nana</i>	<i>Entamoeba coli</i>	<i>Entamoeba histolítica</i>	<i>Giardia intestinalis</i>	<i>Ascaris</i>	<i>Tenia sp</i>
Muestra aceptable	78	100	100	78	67	100
Muestra no aceptable	22	0	0	22	3	0

El 78% presentaba contaminación por Coliformes totales. El 100% de las muestras estaban libres de contaminación por Coliformes fecales y *Escherichia coli*. En estas muestras no se observó presencia de tierra ni hojas dañadas.

Entre los parásitos encontrados: *Giardia intestinales* y *Endolimax nana* en un 22% y *Ascaris lumbricoides* en un 3% respectivamente. En la época lluviosa se presentó mayor contaminación por parásitos que en época seca, principalmente por *Ascaris lumbricoide* en un 56%. Pudiendo deberse esta contaminación al arrastre de contaminantes por las aguas lluvias, aunque influyen en gran medida las buenas practicas higiénicas de los manipuladores. La mayoría de estas muestras provienen de Las Pilas, Chalatenango.

En el cuadro 11 se presentan los datos de los análisis de las muestras de zanahoria, la cual se considera muestra aceptable por encontrarse libre de contaminantes biológicos, observándose solo un 11% de muestras contaminadas por coliformes totales, estas muestras procedían del mercado La Tiendona.

Cuadro 11. Determinación de Coliformes totales, fecales, *Escherichia coli* en muestras de zanahoria.

Época lluviosa						
ZANAHORIA	Coliformes Totales		Coliformes fecales		<i>Escherichia coli</i>	
Muestra aceptable	89		100		100	
Muestra no aceptable	11		0		0	
Época seca.						
ZANAHORIA	Coliformes Totales		Coliformes fecales		<i>Escherichia coli</i>	
Muestra aceptable	89		100		100	
Muestra no aceptable	11		0		0	
Determinación de parásitos en muestras de zanahoria. Época lluviosa.						
ZANAHORIA	<i>Endolimax nana</i>	<i>Entamoeba coli</i>	<i>Entamoeba histolítica</i>	<i>Giardia intestinalis</i>	<i>Ascaris lumricoides</i>	<i>Tenia sp</i>
Muestra aceptable	100	100	100	100	100	100
Muestra no aceptable	0	0	0	0	0	0
Época seca.						
ZANAHORIA	<i>Endolimax nana</i>	<i>Entamoeba coli</i>	<i>Entamoeba histolítica</i>	<i>Giardia intestinalis</i>	<i>Ascaris lumricoides</i>	<i>Tenia sp</i>
Muestra aceptable	100	100	100	100	100	100
Muestra no aceptable	0	0	0	0	0	0

El 100 % de las muestras estaban libres de contaminación por Coliformes fecales y *Escherichia coli*, por tanto se consideran en su mayoría aptas para el consumo humano. No hubo diferencia de microorganismos contaminantes entre la época seca y época lluviosa. La procedencia de estas hortalizas es de Guatemala.

El 100% de las muestras están libres de huevecillos de parásitos. En la época seca como lluviosa no se presentó contaminación por ningún parásito; por lo que se consideraron aptas para consumo humano. En estas muestras no se observó tierra ni lesiones en ellas.

En el cuadro 12 se reportan los resultados obtenidos del análisis de las muestras de tomate, presentando contaminación para coliformes totales y parásitos por lo que se consideran no aptas para consumo. Estas muestras presentaron elevada concentración de parásitos principalmente en la época seca.

Cuadro 12. Determinación de Coliformes totales, fecales, *Escherichia coli* en muestras de tomate.

Época lluviosa						
TOMATE	Coliformes totales	Coliformes fecales	<i>Escherichia coli</i>			
Muestra aceptable	89	100	100			
Muestra no aceptable	11	0	0			
Época seca.						
TOMATE	Coliformes totales	Coliformes fecales	<i>Escherichia coli</i>			
Muestra aceptable	78	100	100			
Muestra no aceptable	22	0	0			
Determinación de parásitos en muestras de tomate. Época lluviosa.						
TOMATE	<i>Endolimax nana</i>	<i>Entamoeba coli</i>	<i>Entamoeba histolítica</i>	<i>Giardia intestinalis</i>	<i>Ascaris lumbricoides</i>	<i>Tenia sp</i>
Muestra aceptable	100	100	100	100	67	100
Muestra no aceptable	0	0	0	0	33	0
Época seca.						
TOMATE	<i>Endolimax nana</i>	<i>Entamoeba coli</i>	<i>Entamoeba histolítica</i>	<i>Giardia intestinalis</i>	<i>Ascaris lumbricoides</i>	<i>Tenia sp</i>
Muestra aceptable	78	55	100	78	56	100
Muestra no aceptable	22	44	0	22	44	0

El 22% de las muestras de tomate analizadas en la época seca estaban contaminadas por Coliformes totales. De las muestras analizadas, el 100% se encontró libre de contaminación por Coliformes fecales y *Escherichia coli*. En la época lluviosa se presentó menor contaminación por Coliformes totales con respecto a la época seca, presentándose un 11%.

En las muestras de tomate se reportó a *Entamoeba coli* y *Ascaris lumbricoides* en el 44% de las muestras analizadas, *Giardia intestinales* y *Endolimax nana* en un 22%. Se presentó una mayor contaminación en época seca que en época lluviosa, ya que en ésta época el único parásito encontrado fue *Ascaris lumbricoides* en un 33% de las muestras analizadas (Cuadro 12). La procedencia de estas hortalizas era de Guatemala y del interior del país.

Al realizar los análisis microbiológicos en las hortalizas procedentes de los mercados, se comprobó que la mayoría de hortalizas presentan algún tipo de contaminación por Coliformes totales, Coliformes fecales, *Escherichia coli* y parásitos, siendo las más contaminadas las muestras de cilantro, rábano, apio, lechuga, en ambas épocas.

Las muestras de cilantro que resultaron contaminadas provenían de los mercados de: La Tiendona, Central, Modelo, San Jacinto, San Antonio abad. Cuadros 13 y 14.

Los rábanos contaminados se obtuvieron de los puestos de venta de los mercados: San Jacinto, San Antonio Abad, Modelo y del supermercado la Despensa de Don Juan.

Las muestras de apio contaminados procedían de: La Tiendona, San Miguelito, Modelo, y el Supermercado la Despensa de Don Juan.

Las lechugas contaminadas se obtuvieron de los mercados: La Tiendona, y Modelo.

Las muestras de tomate, cebolla, repollo, dieron prueba positiva únicamente para Coliformes totales y parásitos.

Las únicas muestras de hortalizas que no presentaron contaminación por microorganismos fueron zanahoria y pepino.

Las muestras de rábano y lechuga procedentes del mercado La Tiendona analizadas en la época seca presentaron contaminación por *Salmonella* sp.

Las hortalizas distribuidas en este mercado provienen de diferentes partes del país e incluso de otros países como Guatemala, además se observó que éste lugar es uno de los más contaminados.

De acuerdo a los resultados, las muestras de cilantro, presentaron un 67% de contaminación por Coliformes fecales y *Escherichia coli*, siendo esta hortaliza la mas contaminada en ambas épocas. Su procedencia era del volcán de San Salvador y de Guatemala, de acuerdo a datos recopilados a través de cuestionarios elaborados para los vendedores en los mercados.

El 56% de las muestras de rábano presentaron contaminación por Coliformes fecales y *Escherichia coli* en época seca y 44% en época lluviosa. Esta provenía del volcán de San Salvador (Cuadro 4).

Se encontró que el 22% de las muestras de apio presentaron contaminación por coliformes fecales y *Escherichia coli* en época lluviosa y 44% en época seca. Las muestras de apio provenían del volcán de San Salvador principalmente y de Guatemala.

Los parásitos en las hortalizas presentaron un leve aumento durante la estación seca, aunque no se encontró una diferencia significativa entre la época seca y lluviosa con respecto a los análisis realizados (Anexo 5).

Los parásitos encontrados en mayor porcentaje en época lluviosa y seca en todos los análisis fueron: *Giardia intestinalis*, *Áscaris lumbricoides*, *Endolimax nana*, y en menor porcentaje *Entamoeba coli*, *Entamoeba histolítica*, *Tenia sp.*

En época lluviosa se encontró: *Giardia intestinalis* en un 100% en apio, cilantro, en un 67% en muestras de lechuga, cebolla, rábano procedentes de los mercados:

San Miguelito, Modelo, Zacamil, San Antonio Abad, Central, San Jacinto y en un 22% en tomate y repollo procedentes del mercado Central. (Cuadro 13). *Endolimax nana* en un 44% en muestras de apio, procedentes del mercado Modelo, La Tiendona y San Jacinto y un 22% en cebolla, cilantro, lechuga, repollo, tomate, procedentes del mercado Modelo.

En época seca, el cilantro y tomate presentaron un 42% de contaminación por *Ascaris lumbricoides*, muestras procedentes de los mercados: San Antonio Abad, Central, La Tiendona, Modelo, Zacamil, San Jacinto, un 33% en apio y lechuga procedentes de los mercados: Modelo, Zacamil y San Jacinto y un 22% en rábano y cebolla del mercado Central y San Jacinto.

Apio, rábano y tomate presentaron contaminación por *Entamoeba coli* en un 33, 11 y 44 % respectivamente. Procedentes del mercado Modelo, La Tiendona, San Miguelito y Zacamil (Cuadro 13).

Cuadro 13. Hortalizas de los diferentes mercados y su procedencia .Época seca.

Mercado	Hortaliza	Procedencia
■ La Tiendona	Rábano, tomate y repollo.	Las Pilas.
	Tomates y cebolla	Valle de Zapotitan
	Cebolla	Lempa Acahuapa.
	Cebolla	Lempa Acahuapa.
	Cilantro, y rábano	Volcán San Salvador.
	Lechuga y apio	Guatemala.Chimaltenango,Quezaltenango.
■ Modelo	Rábano, cilantro y apio.	Volcán San Salvador.
	Cebolla	Lempa Acahuapa.
	Cebolla, lechuga, tomate y repollo.	Guatemala. Chimaltenango,Quezaltenango
■ San Jacinto	Rábano, cilantro y apio	Volcán SanSalvador.
	Cebolla	Lempa Acahuapa.
	Tomate.	Valle Zapotitan.
	Lechuga, apio y repollo.	Guatemala.
■ Central	Cebolla, tomate, repollo.	Lempa Acahuapa.
	Rábano, apio y cilantro.	Volcán de San Salvador y Guatemala.
	Lechuga.	Guatemala. Chimaltenango,Quezaltenango
◇ San Antonio Abad	Tomate.	. Opico
	Rábano, apio y cilantro.	Volcán San Salvador.
	Cebolla y lechuga.	Guatemala Chimaltenango,Quezaltenango
	Repollo.	Las Pilas.
◇San Miguelito	Cebolla, lechuga, rábano, apio y Tomate.	Guatemala. Chimaltenango,Quezaltenango
	Cilantro.	Volcán San Salvador.
	Repollo	Las Pilas.
	Tomate.	Zapotitán.
○ Zacamil	Tomate y lechuga	Guatemala. Chimaltenango,Quezaltenango
	Cilantro, rábano y apio.	Volcán San Salvador.
	Lechuga.	Lempa Acahuapa.
	Repollo.	Las Pilas.

■ Mercados que presentaron mayor cantidad de hortalizas contaminadas por microorganismos y parásitos.

◇ Mercados que presentaron menor cantidad de hortalizas contaminadas por microorganismos y parásitos.

○ Mercado que presento mínima cantidad de hortalizas contaminadas por microorganismos y parásitos.

Cuadro 14 Hortalizas de los diferentes mercados y su procedencia. Época lluviosa.

Mercado	Hortaliza	Procedencia
■ La Tiendota	Repollo, tomate.	Las Pilas.
	Cilantro.	San Antonio del Monte.
	Apio, lechuga, rábano y cebolla.	Guatemala.
■ Modelo	Repollo.	Las Pilas
	Rábano y cilantro.	Volcán San Salvador.
	Tomate, lechuga, apio y cebolla	Guatemala.
■ San Jacinto	Rábano, cilantro y apio.	Volcán San Salvador.
	Repollo.	Las Pilas.
	Cebolla	Lempa Acahuapa
	Lechuga, tomate	Guatemala. Chimaltenango,Quezaltenango
■ Central	Cebolla	San Vicente
	Repollo	Las Pilas
	Cilantro, apio, lechuga, rábano y tomate.	Guatemala Chimaltenango, Quetzaltenango y volcán de San Salvador.
◇ San Miguelito	Cebolla, lechuga, rábano, apio, y cilantro.	Guatemala Chimaltenango,Quezaltenango
	Repollo	Las Pilas.
	Tomate	Lempa Acahuapa.
◇ San Antonio Abad	Tomate	Valle Zapotitan.
	Cilantro, apio y rábano.	Volcán San Salvador
	Lechuga y cebolla.	Guatemala. Chimaltenango,Quezaltenango
	Repollo.	Las Pilas.
○ Zacamil	Tomate, lechuga, rábano, apio y cilantro.	Guatemala Chimaltenango,Quezaltenango
	Cebolla	San Vicente.
	Repollo	Las Pilas.

■ Mercados que presentaron mayor cantidad de hortalizas contaminadas por microorganismos y parásitos.

◇ Mercados que presentaron menor cantidad de hortalizas contaminadas por microorganismos y parásitos.

○ Mercado que presento mínima cantidad de hortalizas contaminadas por microorganismos y parásitos.

Los análisis microbiológicos realizados demuestran que las hortalizas investigadas presentan contaminación por microorganismos y parásitos en su mayoría principalmente las provenientes de los mercados.

La probabilidad de presencia de indicadores de contaminación fecal y parásitos en los productos hortícola de consumo fresco, está relacionada directamente con la calidad microbiológica del agua de irrigación.

Es fundamental tener presente que las hortalizas se producen tanto para consumo interno como para la exportación, por lo que la producción de productos seguros es tan importante para la salud y el bienestar de la población del país como para los posibles ingresos por exportaciones o importaciones.

La producción, cosecha, almacenamiento y distribución de hortalizas frescas, deberán estar dirigidas a la implementación objetiva y clara de Buenas Prácticas Agrícolas, esto permite minimizar al máximo el riesgo de deterioro en la calidad durante las diferentes etapas de siembra, cosecha, manejo, empaque, transporte y distribución, reduciendo los problemas de contaminación por microorganismos que pueden dañar a los productos cosechados y la salud de los consumidores.

Por su apreciable contenido de ácido ascórbico, carotenos y fibra dietética, las hortalizas son ampliamente recomendados como parte de la dieta diaria no obstante, una serie de prácticas en torno a su producción, cosecha y comercialización, hacen que este grupo de alimentos se convierta en vehículo potencial de microorganismos patógenos.

La contaminación de las hortalizas trae como consecuencia enfermedades especialmente en niños, ancianos, mujeres embarazadas, personas inmunodeprimidas; pudiendo tener consecuencias graves, incluso la muerte del enfermo. Esto ocasiona costos para los individuos, costos para la sociedad, costos médicos, pérdida de productividad, ausentismo laboral y salarios perdidos, desplazamientos para obtener atención, pérdida de ingresos por cierre de negocios, costos por medicamentos en la familia; afectando la economía del país.

4.7 Análisis efectuados en las diferentes hortalizas procedentes de los supermercados Despensa de Don Juan y Supermercados Selectos.

Se pudo observar que las hortalizas en estos lugares de venta las mantienen en refrigeración, aunque están en contacto con el ambiente y manipuladas por vendedores y compradores.

Estas hortalizas diariamente son rociadas con agua para mantener su frescura, diariamente separan las deterioradas para evitar contaminar las hortalizas sanas.

Las hortalizas procedentes del Supermercado Selectos, no presentaron ningún tipo de contaminación por microorganismos ni por parásitos al realizarse los análisis en la época seca, en la época lluviosa solo el cilantro, rábano y apio presentaron contaminación por Coliformes totales. No se encontró presencia de Coliformes fecales, *Escherichia coli*, ni *Salmonella*. Es importante mencionar que estas hortalizas provienen de Guatemala y del país (Cuadro 14).

Entre las hortalizas procedentes de la Despensa de Don Juan presentaron contaminación el cilantro, rábano, lechuga y apio, estas provenían de Guatemala.

La contaminación microbiana es un problema complejo para resolver, lo ideal es prevenir la contaminación del alimento a lo largo de toda la cadena de producción y distribución, conjuntamente con la ejecución de determinados tratamientos sanitarios y el mantenimiento del producto en condiciones adecuadas de temperatura, y la implementación de sistemas de rastreo.

Garantizar la calidad del producto es actualmente un requisito para el consumidor que exige autenticar el origen y calidad del alimento. Como resultado de esta creciente necesidad el término rastreabilidad de alimentos se ha convertido en una de las principales preocupaciones de la industria alimenticia.

5. CONCLUSIONES

-La calidad del agua no es el único factor que influye en la calidad microbiológica de los productos hortícola, hay otros factores que afectan la calidad sanitaria de las hortalizas, deben considerarse el uso actual del suelo, mal uso de abono orgánico, saneamiento inadecuado del lugar, malos hábitos higiénicos, manipulación durante la cosecha, transporte.

-La mala aplicación de las Buenas Prácticas Agrícolas (BPAs) y Malas Prácticas Higiénicas influyen directamente en la inocuidad de las hortalizas con base a los resultados de los análisis microbiológicos.

-Con base a los análisis efectuados, las hortalizas mas contaminadas fueron: cilantro, rábano, apio, lechuga, y las menos contaminadas: tomate, repollo y cebolla. Muestras de rábano y lechuga procedentes del mercado la Tiendona presentaron contaminación por *Salmonella*. La contaminación microbiológica de estos alimentos toma mayor importancia al considerar que el tiempo de supervivencia de los microorganismos patógenos puede ser prolongado, semanas o meses, particularmente cuando los microorganismos están en las áreas del vegetal más húmedas y protegidas de la desecación y de los rayos directos del sol, como ocurre en la lechuga, repollo y rábano.

-Algunas hortalizas no presentaron contaminación por bacterias pudiendo esto deberse a que algunas como la zanahoria poseen sustancias antimicrobianas para ciertas bacterias Gram positivas como *Listeria monocitogenes* y bacterias Gram negativas.

-El transporte utilizado influye directamente en la contaminación, así como el manipuleo por parte de las vendedoras en los mercados y almacenamiento inadecuado entre otros, obteniendo como consecuencia enfermedades gastrointestinales debido a la ingesta de estas hortalizas contaminadas.

-En la comparación de los Coliformes totales existe una diferencia altamente significativa en ambas apocas.

-Durante la época seca los niveles de coliformes fecales y *Escherichia coli* fueron mayores, sin existir una diferencia significativa ($p < 0.05$), con respecto a la época lluviosa.

-Las hortalizas analizadas procedentes de los supermercados presentaron menor contaminación que las procedentes de los mercados, encontrándose mayor contaminación en época seca que en la lluviosa, específicamente las hortalizas del supermercado la Despensa de Don Juan.

-En época seca de 2005 se encontró: *Giardia intestinalis* en un 100% en apio, cilantro, en un 67% en muestras de lechuga, cebolla, rábano procedentes de los mercados: San Miguelito, Modelo, Zacamil, San Antonio abad, Central, San Jacinto, La Tiendona y en un 22% en tomate y repollo procedentes del mercado Central.

-Al visitar los lugares de producción del país y de Guatemala, se observó que los agricultores no aplican totalmente las Buenas Prácticas Agrícolas, ya que, no todos utilizan agua potable, el riego por goteo, además se presentan viviendas dentro del área de cultivo, hay animales en las áreas de cultivo, se observó basuras cercanas a las áreas cultivadas, no lavan las hortalizas después de cosecharlas ni las desinfectan y así son despachadas a los diferentes lugares de envío.

-Los vendedores no manipulan higiénicamente las hortalizas, así como la conservación no es la adecuada. Los mercados que presentaron hortalizas más contaminadas en orden de importancia fueron: La Tiendona, Modelo y Central.

6. RECOMENDACIONES

Verificar la inocuidad de estos productos, a través de análisis, comprobación de Buenas Prácticas Agrícolas, Buenas prácticas higiénicas, efectuados por los organismos involucrados como Laboratorios microbiológicos, Ministerio de Salud Pública y Asistencia social, (MSPAS), Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) y otras entidades relacionadas con la inocuidad de alimentos.

Realizar inspecciones en las hortalizas desde el ingreso hasta ser descargados en los puestos de venta, realizada esta inspección por ingenieros agrónomos, químicos farmacéuticos y tecnólogos en alimentos, efectuando tareas de inspección de calidad, dictaminando si están aptos para su comercialización, o no, procediendo a su decomiso o destrucción.

Realizar un buen manejo sanitario, a través de procesos de desinfección, utilizando sustancias químicas o naturales para reducir sustancialmente las cantidades de microorganismos que implican un riesgo para la salud y el medio ambiente.

Dar a conocer a los agricultores que calidad de agua pueden usar, y que tipos de tratamientos de aguas residuales pueden emplear. Ya que el agua disponible para irrigación no cumple los criterios nacionales o las pautas internacionales para la reutilización de aguas residuales.

Informar y asesorar al sector productor, consumidor y comercializador sobre los diversos factores que afectan a la calidad hortícola a través de campañas educativas y de concientización, utilizando los medios de comunicación más accesibles.

Las autoridades responsables deben reglamentar y multar sobre la utilización del agua de regadío de acuerdo con el nivel de tratamiento y el tipo de cultivo.

Fomento de técnicas y tecnologías de regadío que reduzcan la frecuencia y duración del contacto humano con el agua de regadío, para prevenir el contacto directo entre el producto y el agua, utilizando el uso de riego por goteo.

Almacenar las hortalizas en refrigeración para minimizar la actividad respiratoria y el desarrollo de enfermedades, especialmente en aquellas hortalizas que se distribuyen en los mercados.

Aplicar asperjados utilizando extractos preparados a base de hortalizas como zanahoria y otras, la cual posee sustancias antimicrobianas utilizadas para disminuir o destruir bacterias Gram + y Gram – en las hortalizas cultivadas.

Implementar sistemas de rastreo debido a que es un complemento importante en un esquema de Buenas Prácticas Agrícolas y de Manufactura, lo cual nos permite la identificación precisa y rápida del origen del problema y ayuda a tomar las medidas correctivas necesarias, es una herramienta fundamental de gestión del riesgo que permite localizar los problemas de forma muy rápida y económica y así prevenir enfermedades en los consumidores, reduciendo costos de producción, ayudando a aislar las fuentes de contaminación, disminuyendo el potencial de mala publicidad y retirada de productos del mercado y así permitir asegurar la inocuidad de alimentos y el control de calidad.

7. LITERATURA CITADA

Bacteriological Analytical Manual. 1992. Food on Drug Administration. 7ed EEUU. AOAC. 530 p.

Codex Alimentarius. 1997. Inocuidad de alimentos: Estandares del Codex Alimentarius sobre higiene de la carne, frutas y vegetales. s.n.t. 10 p.

Codex Alimentarius. 1998. Normas Internacionales sobre higiene para los productos frescos de hortalizas listo para el consumo humano. s.n.t. 15 p.

Chaidez, C. 2002. Inocuidad de frutas y hortalizas fresca. Efectos del agua contaminada. (en línea) consultado 20 feb. 2004. disponible <http://www.gualatinoamerica.com/docs/pdf/5-6-02quiroz.pdf>

Desinfección de frutas y hortalizas frescas. 2004. (en línea). San José, CR. Consultado 10 Nov. 2004. Disponible en <http://www.mercanet.cnp.go.cr/Calidad/Poscosecha/>

Determinación de coliformes en hortalizas cultivadas en la zona. 2004. (en línea). Mexico. Consultado 14 Abr. 2004. Disponible <http://www.microbiologia.org.mx/CONAMI/Resumenes>.

Evaluación antimicrobiana de la zanahoria (*Daucus carota*) 2000. (En línea) México. Consultado el 4 de Julio 2006. Disponible en leonor9_82@yahoo.com y cs000775@siu.buap.mx.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 1981. Contaminación de agua subterránea. s.l. s.e.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 1992. Manual para el control de la calidad de los alimentos. s.l. s.e.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2002. Mejoramiento de la calidad e inocuidad de frutas frescas y hortalizas. s.l. s.e.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2004. Sistemas de calidad e inocuidad de los alimentos. s.l. s.e.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2005. Bases de datos sobre calidad e inocuidad de las frutas y hortalizas frescas.(en línea). Consultado 2 Mar. 2006. Disponible [http:// www.fao.org/agn/fv/ffvqs](http://www.fao.org/agn/fv/ffvqs).

Fernández, E. 2002. Microbiología e Inocuidad de los Alimentos. 2 ed. México. Universidad Autónoma de Querétaro 799 p.

Gunther, M. 1981. Microbiología de los alimentos vegetales. 2 ed. Zaragoza. España. Acribia 291 p.

Harrigan, W. 1966. Métodos de laboratorio en Microbiología. León España. s.e. 300 p.

Hazelwood, D; Malean, AD. 1991. Curso de higiene para manipulado de alimentos. 3 ed. Zaragoza, España. Acribia 127 p.

Hobbs, C; Gilbert, RJ. 1986. Higiene y toxicología de los alimentos.4 ed. Zaragoza España. Acribia. 441 p.

Hortalizas en El Salvador. 2003. (en línea). Consultado 24 Feb. 2004. Disponible en [http:// www.oas.org/usde/publications/Unit/](http://www.oas.org/usde/publications/Unit/).

Hortalizas. 2003. (En línea). Consultado 25 Mar. 2004. Disponible en <http://www.infoagro.com/hortalizas/lechuga.asp> - 101k - En caché.

ICMSF (International Commission on Microbiological Specification for foods) 1983. Microorganismos de los alimentos: Técnicas de análisis Microbiológico. 2 ed. Zaragoza, España. Acribia. 431 p.

IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, CR)/CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CR) 2002. Redacción de referencias bibliográficas: Normas técnicas. 4 ed. Costa Rica. 29 p.

Jawetz, E; Melnick, J. 1992. Microbiología Médica. 14 ed. México.El Manual Moderno. 369-398 p.

MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería, ES)/OIRSA (Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria, ES). 2002. Manual técnico sobre frutas y hortalizas frescas. s.n.t. 175 p.

Mejorando la seguridad y calidad de frutas y hortalizas frescas. 2000. (en línea). Consultado 14 Feb. 2004. Disponible en <http://www.jifsan.umd.edu/PDFs/GAPS-Español/-español/>.

SAG/OIRSA (Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria) 2000. Manual técnico: Buenas Prácticas de Manufactura. Honduras. 13 p.

SAG/OIRSA (Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria) 2000. Manual técnico: inocuidad de alimentos vegetales. Honduras. 22 p.

Serrano, F. 1995. Historia Natural y Ecología de El Salvador. Tomo I. 2 ed. El Salvador. Talleres México D.F. 147-163 p.

OIRSA (Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria)/VINIFEX(Vigilancia Fitosanitaria en Cultivos de Exportación No Tradicionales) 2002. Manual sobre inocuidad en frutas y hortalizas frescas. China.148 p.

OIRSA. (Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria) 2002. Manuales de frutas y hortalizas. (en línea). Republica de China Consultado 23 Mar. 2004. Disponible en [http:// www.oirsa.org/sv/publicaciones](http://www.oirsa.org/sv/publicaciones).

Patologías más importantes transmitidas a través de los alimentos.2003. (En línea).España.Consultado 2 Ene. 2004. Disponible en <http://www.unavarra.es/genmic/curso%20general/10-patologias%20ali>

Pineda, R. 2001. Centro de Desarrollo de Agro negocios. s.n.t.

Producción de hortalizas en El Salvador. 2003.(En línea). Consultado el 2 de Diciembre 2004. Disponible en [http:// www.mag.gob.sv/html/Publicaciones/Económica/](http://www.mag.gob.sv/html/Publicaciones/Económica/)

USAID (Agricultura y Recursos Naturales de la Agencia Internacional para el desarrollo de Los Estados Unidos. 2001.s.e.

WHO (Health guidelines for the use of wastewater in agriculture aquaculture).1999. Report of the World health Organization Scientific Group.and Geneva, Switzerland. (Serie Técnica No. 778).

ANEXOS

ANEXO 1. Tabla del número más probable (NMP) de microorganismos por gramo.

Número más probable (NMP) de microorganismos por gramo. Diluciones de 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} utilizando tres tubos para cada dilución.

Combinación de tubos positivos 10^{-1} 10^{-2} 10^{-3}	NMP por gramo	Combinación de tubos positivos 10^{-1} 10^{-2} 10^{-3}	NMP por gramo	Combinación de tubos positivos 10^{-1} 10^{-2} 10^{-3}	NMP por gramo
0 0 0	<3	1 1 1	11	2 2 2	35
0 0 1	3	1 1 2	15	2 2 3	42
0 0 2	6	1 1 3	19	2 3 0	29
0 0 3	9	1 2 0	11	2 3 1	36
0 1 0	3	1 2 1	15	2 3 2	44
0 1 1	6	1 2 2	20	2 3 3	53
0 1 2	9	1 2 3	24	3 0 0	23
0 1 3	12	1 3 0	16	3 0 1	39
0 2 0	6	1 3 1	20	3 0 2	64
0 2 1	9	1 3 2	24	3 0 3	95
0 2 2	12	1 3 3	29	3 1 0	43
0 2 3	16	2 0 0	9	3 1 1	75
0 3 0	9	2 0 1	14	3 1 2	120
0 3 1	13	2 0 2	20	3 1 3	160
0 3 2	16	2 0 3	26	3 2 0	93
0 3 3	19	2 1 0	15	3 2 1	150
1 0 0	4	2 1 1	20	3 2 2	210
1 0 1	7	2 1 2	27	3 2 3	290
1 0 2	11	2 1 3	34	3 3 0	240
1 0 3	15	2 2 0	21	3 3 1	460
1 1 0	7	2 2 1	28	3 3 2	1100
				3 3 3	»1100

Fuente: Manual de análisis Bacteriológico (BAM), siglas en Ingles.

ANEXO 2. Encuesta mercados/supermercados.

Nombre del mercado: _____ Ubicación: _____

Nombre de la hortaliza: _____

1-Cual es el origen de las hortalizas. De donde las traen.

2-Le da algún tratamiento a las hortalizas para que se vean más frescas.

Si ----- no-----

-Cual

3--De donde proviene el agua que les agregan a las hortalizas

4-Cual es el precio de las hortalizas.

5-Como la almacenan al terminar el día.

6-Cuantos días permanecen las verduras sin arruinarse.

Observaciones:

-Higiene personal Mala Regular Buena -Vestuario Apropiado No apropiado Aseo del medio ambiente Sucio Regular Bueno -Presencia de insectos u otros Poco Abundante Nada

-Salud aparente de la persona _____

-Presencia de niños en el puesto de venta Si No

ANEXO 3. Cuestionario para toma de datos en las unidades de salud.

Periodo comprendido Enero 2004 a Mayo 2005.

-Edades comprendidas entre: _____

-Sexo F M

-Ocupación _____

-Tratamiento suministrado _____.

-Duración del tratamiento _____

-Días de incapacidad _____

-Receta por comprar _____

-Gastos por consulta _____

-Procedencia de los pacientes. _____

ANEXO 4. **Formulario toma de datos en las zonas de producción.**

Finca _____ Lugar _____

Propietario _____

-Tipo de fertilización Orgánico Químico Mixto -Tipo de cultivo Monocultivo Policultivo

-Fuente de agua _____

-Manejo de plagas _____

-Labores culturales _____

-Forma de cosecha _____

-Tratamiento pos cosecha _____

-Almacenamiento o acopio _____

-Transporte _____

-Higiene del personal _____

-Zonas de envío _____

-Sistema de producción: Mixto (zoo) _____
Agrícola _____

-Instalaciones:

-Letrinas Si No -Chorro Si No -Basureros cerca Si No -Granjas cerca Si No

ANEXO 5. Comparación de medias de datos apareados. Prueba de T.

Comparación para coliformes totales en hortalizas, época lluviosa y época seca.		
MEDIA	T	PROBABILIDAD
-29.1250000	-5.8025071	0.0007
COLIFORMES FECALES		
MEDIA	T	PROBABILIDAD
103750000	0.1463104	0.8878
<i>Eschericha coli</i>		
MEDIA	T	PROBABIIDAD
103750000	0.1463104	0.8878
COMPARACION PARA PARASITOS: <i>Entamoeba coli</i>		
MEDIA	T	PROBABILIDAD
-6.1111111	-.09578213	0.3662
<i>Ascaris lumbricoides</i>		
MEDIA	T	PROBABILIDAD
12.3333333	1.2412893	0.2497
<i>Giardia intestinales</i>		
MEDIA	T	PROBABILIDAD
-30.6250000	-2.5856684	0.0362
<i>Endolimax nana.</i>		
MEDIA	T	PROBABILIDAD
-11.0000000	-2.0000000	0.0805

En la comparación de Coliformes Totales, la probabilidad de tener un valor de T = 5.8025071 es demasiado bajo (0.0007), lo cual indica que la diferencia es altamente significativa. Existe diferencia en ambas épocas, con un 99.99 % para Coliformes totales.

Para las demás determinaciones no existe diferencia significativa en ambas épocas ya que el valor de T es mayor de 0.001.

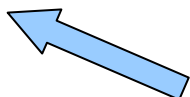
NOTA: Cuando $T < 0.001$ si existe diferencia.

ANEXO 6. Modelo de Rastreabilidad.

Desarrollo del cultivo

- Selección del terreno.
- Conocer los lotes de los insumos que fueron utilizados durante la producción del cultivo.
- Conocer el lugar donde el cultivo fue producido
- Conocer la fuente de agua
- Semilla utilizada.
- Tipo de abono.
- Fecha de cosecha (hora, día, mes).
- Nombre quien recolectó.
- Tipo de transporte, fecha.
- Lugar de distribución, quien recibe, fecha, hora, registro, # de lote.

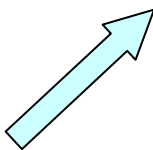
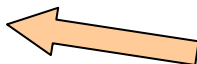
SIEMBRA (BPA)



COSECHA



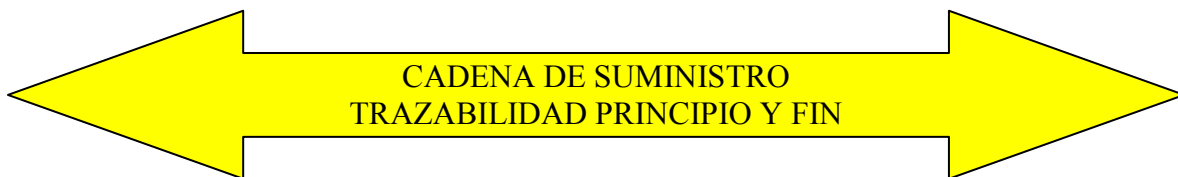
TRANSPORTE



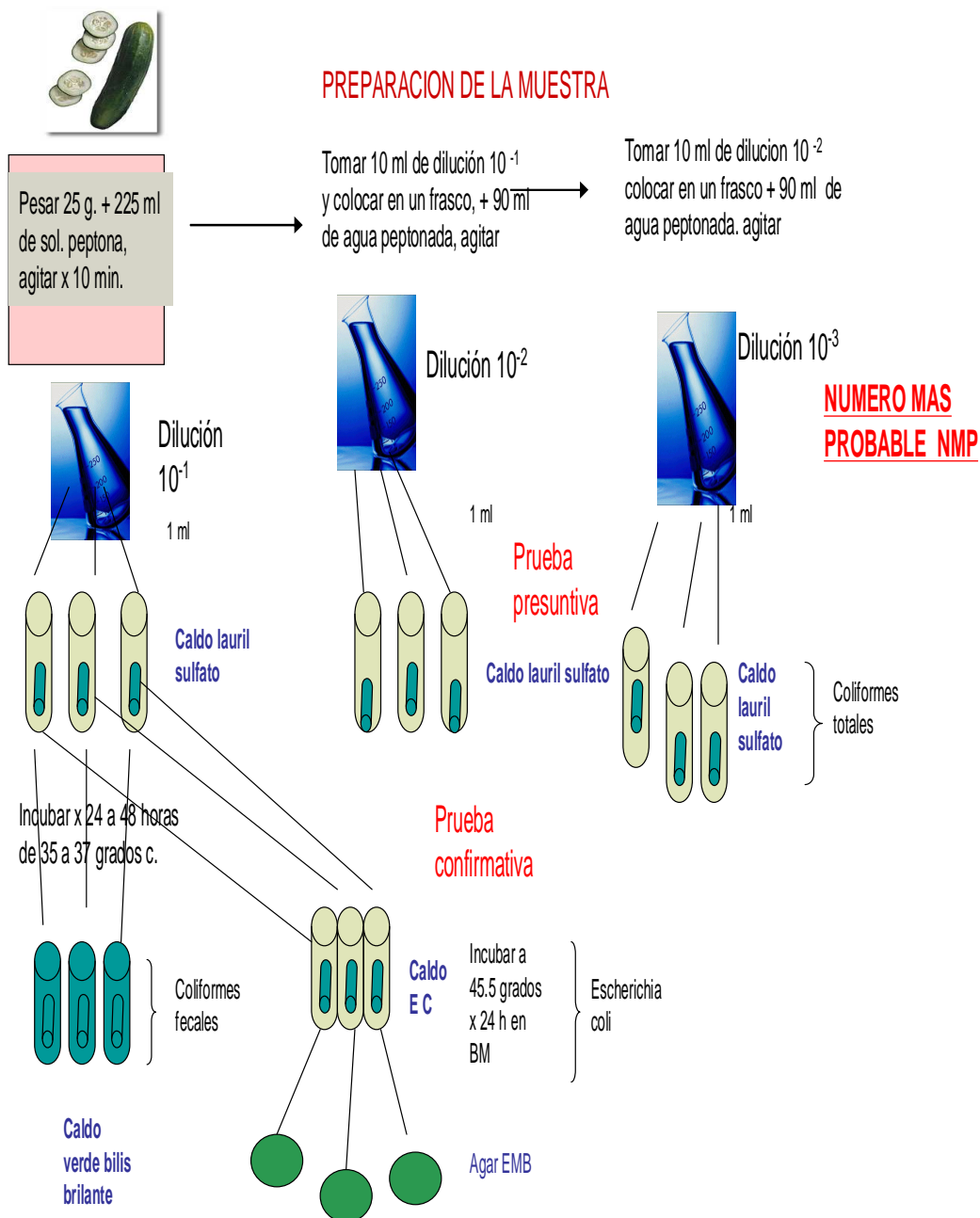
CENTRO DE DISTRIBUCION



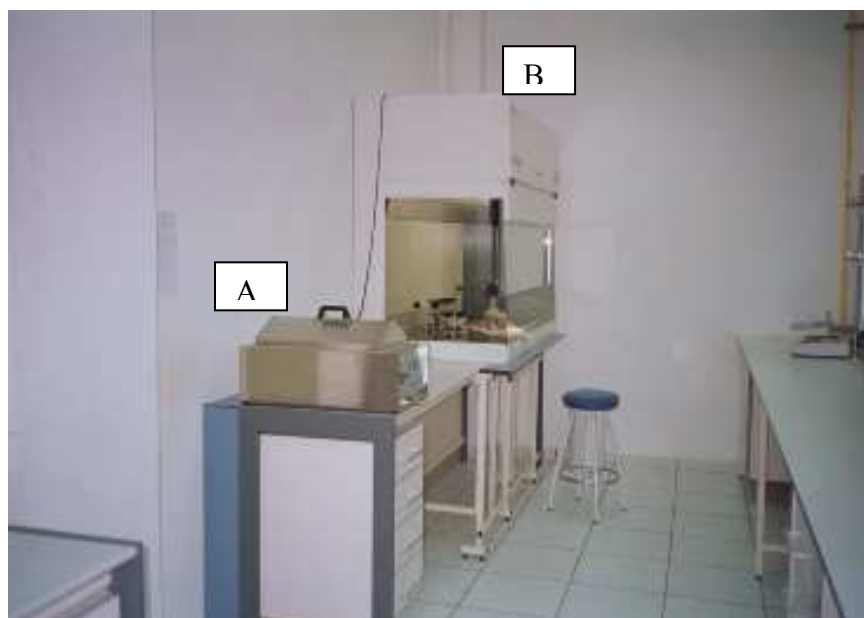
MESA DEL CONSUMIDOR



ANEXO 7. Técnica para determinar Coliformes totales, fecales, *Escherichia coli* en muestras de hortalizas, utilizando la técnica del NMP.



ANEXO 8. Determinación de coliformes totales, fecales y *Escherichia coli* utilizando técnica del número más probable.



Equipo utilizado para análisis microbiológico; a) baño a 44.5 grados
b) cámara de flujo laminar.



Preparación de diluciones utilizando agitador
c) Stomacher.

