

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

**Detección de parásitos y coccidios intestinales en fresas y moras comercializadas en la  
Central de Mayoreo (CENMA) de la Ciudad de Guatemala**

**Elisa María Reyna Gutiérrez**

**Química Bióloga**

**Guatemala, septiembre 2021**

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

**Detección de parásitos y coccidios intestinales en fresas y moras comercializadas en la  
Central de Mayoreo (CENMA) de la Ciudad de Guatemala**

**Informe de Tesis**

**Presentado por**

**Elisa María Reyna Gutiérrez**

**Para optar al título de**

**Química Bióloga**

**Guatemala, septiembre 2021**

## **JUNTA DIRECTIVA**

M.A. Pablo Ernesto Oliva Soto

Decano

Licenciada Miriam Roxana Marroquín Leiva

Secretaria

Doctor Juan Francisco Pérez Sabino

Vocal Primero

Dr. Roberto Enrique Flores Arzú

Vocal Segundo

Licenciado Carlos Manuel Maldonado Aguilera

Vocal Tercero

Bachiller Carmen Amalia Rodríguez Ortiz

Vocal Cuarto

Bachiller Paola Margarita Gaitán Valladares

Vocal Quinto

## **AGRADECIMIENTOS**

### **A MIS PADRES**

Mayra Gutiérrez y Jorge Reyna, por su apoyo durante todas las etapas de mi vida, la educación que me dieron, su esfuerzo y por amarme tanto.

### **A MI FAMILIA**

Mis hermanas Luisa Reyna y Lucía Reyna, por todo su amor, consejos, apoyo y por estar conmigo siempre.

A mi abuelita Thelma Betancourt y a mi tío Luis Reyna, por sus enseñanzas, apoyo incondicional y por todo su amor.

### **AL LABORATORIO CLÍNICO RIVERA Y GARCÍA**

Por permitirme el uso de las instalaciones y por todo el apoyo brindado.

### **A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

Por ser mi casa de estudio y brindarme todos los conocimientos para mi crecimiento profesional.

### **A MI ASESOR Y REVISOR**

Lic. Martín Gil y Lic. Sergio Lickes, por la orientación y el apoyo brindado durante el desarrollo de la investigación.

## ÍNDICE

I. RESUMEN .....	4
II. INTRODUCCIÓN.....	5
III. ANTECEDENTES .....	7
A. Central de Mayoreo (CENMA) .....	7
B. Producción de fresas y moras en Guatemala .....	7
1. Fresa .....	8
2. Mora .....	9
C. Buenas prácticas agrícolas .....	9
D. Factores de riesgo en la pre-cosecha.....	10
1. Suelo.....	10
2. Agua de riego .....	11
3. Fertilizantes .....	12
E. Factores de riesgo en la cosecha .....	12
1. Personal e higiene.....	12
F. Factores de riesgo en el post-cosecha .....	13
1. Almacenamiento.....	13
2. Transporte.....	13
3. Manipulación.....	14
G. Enfermedades transmitidas por alimentos .....	14
H. Parasitosis intestinal.....	16
I. Parásitos más frecuentes en fresas y moras .....	17
1. <i>Giardia lamblia</i> .....	17
2. <i>Entamoeba coli</i> .....	18
3. <i>Entamoeba hystolitica</i> .....	18

4.	<i>Endolimax nana</i> .....	19
5.	<i>Blastocystis hominis</i> .....	19
6.	<i>Ascaris lumbricoides</i> .....	19
7.	<i>Cryptosporidium parvum</i> .....	20
8.	<i>Cyclospora cayetanensis</i> .....	20
IV.	JUSTIFICACIÓN .....	22
V.	OBJETIVOS .....	23
A.	Objetivo General .....	23
B.	Objetivos Específicos.....	23
VI.	HIPÓTESIS .....	24
VII.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	25
A.	Universo de trabajo y muestra .....	25
1.	Universo de trabajo .....	25
2.	Muestra.....	25
B.	Recursos .....	25
1.	Recursos humanos.....	25
2.	Recursos institucionales .....	25
C.	Materiales.....	25
1.	Equipo .....	25
2.	Cristalería .....	26
3.	Varios .....	26
4.	Reactivos .....	27
D.	Metodología .....	27
1.	Recolección de muestras .....	27
2.	Proceso analítico .....	27

3. Diseño metodológico.....	28
VIII. RESULTADOS.....	30
IX. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	34
X. CONCLUSIONES.....	40
XI. RECOMENDACIONES .....	41
XII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	42
XIII. ANEXOS.....	52

## I. RESUMEN

Las enfermedades transmitidas por alimentos representan un grave problema de salud, ya que los microorganismos son capaces de sobrevivir en condiciones adversas y pueden encontrarse en alimentos agrícolas como frutas y verduras. La contaminación de estos alimentos se debe a diversos factores en los procesos de pre-cosecha, cosecha y post-cosecha ya que por sus características físicas estos productos están expuestos a diferentes tipos de contaminación, por lo que pueden ser un vehículo de microorganismos patógenos. Debido a que las frutas son alimentos se consumen crudos sin pasar un proceso de desinfección son un mayor riesgo para el consumidor.

El objetivo de este estudio fue determinar la presencia de parásitos y coccidios intestinales en fresas y moras comercializadas en la Central de Mayoreo (CENMA). Para este estudio se recolectaron 116 muestras procedentes de 20 puestos y las muestras fueron procesadas por el método de lavado y concentración seguido de la observación microscópica y tinción de Zhiel Neelsen para la identificación de coccidios intestinales.

De las muestras analizadas se encontró que un 39.66% presentaron contaminación con parásitos intestinales, el 26.72% correspondió a fresas y el 12.94% a moras, siendo la fresa la fruta que presentó más contaminación. El parásito encontrado con mayor frecuencia fue *B. hominis* (39.66%), seguido de *E. coli* (0.86%) y *E. nana* (0.86%). Así mismo, se determinó que los parásitos encontrados no tenían una asociación con las frutas contaminadas.

Lo anterior es indicativo que las fresas y moras comercializadas en CENMA presentaron contaminación con parásitos intestinales indicadores de contaminación fecal lo cual puede contribuir a la diseminación de enfermedades gastrointestinales.



## II. INTRODUCCIÓN

Las frutas son de vital importancia para la salud humana ya que estos alimentos son ricos en vitaminas y minerales necesarios para una buena alimentación; así mismo presentan características antioxidantes que ayudan a la estimulación directa del sistema inmunológico, lo cual ayuda a prevenir enfermedades (Rivas, 2004). Sin embargo, por sus características físicas estos productos están expuestos a diferentes tipos de contaminación, lo que pone en riesgo la salud de sus consumidores (Camargo y Campuzano, 2006).

Existen diferentes factores que contribuyen a la contaminación microbiológica de los alimentos, como lo son el uso de aguas residuales, el mal uso de fertilizantes, una higiene deficiente por parte de los trabajadores, el mal almacenamiento y transporte de los productos. Debido a esto es de suma importancia cumplir con buenas prácticas agrícolas para garantizar así la calidad de los productos y prevenir la adquisición de enfermedades (Rivas, 2004).

Las enfermedades transmitidas por alimentos componen un importante problema de salud pública principalmente en países en desarrollo ya que estas enfermedades están relacionadas con factores económicos y sociales (Organización Mundial de la Salud, 2015). La parasitosis intestinal se encuentra posicionada en el tercer lugar como una de las enfermedades que afecta a nivel mundial principalmente por la transmisión de alimentos contaminados (Traviezo, Dávila, Rodríguez, Perdomo y Pérez, 2004).

Estudios han demostrado la presencia de parásitos en fresas y moras, en donde se han identificado parásitos como *Ascaris lumbricoides*, *Entamoeba coli*, *Endolimax nana*, *Entamoeba histolytica* y *Giardia lamblia* (Da Silva et al., 2014). En Guatemala no se han realizado estudios en donde se evalúe la presencia de parásitos y coccidios intestinales en dichos alimentos (Chocoj y Salguero, 2018), lo cual es de suma importancia ya que debe haber una búsqueda de soluciones por parte de las autoridades a los problemas de salud causadas por la ingesta de alimentos contaminados.

La presente investigación evaluó la presencia de parásitos y coccidios intestinales en fresas y moras comercializadas en la central de mayoreo CENMA. Esto se realizó identificando los diferentes tipos de parásitos y coccidios intestinales presentes en las frutas, estableciendo el porcentaje de cada parásito y fruta contaminada y, por último, asociando la presencia de parásitos en las frutas investigadas.

Las muestras fueron analizadas por el método de lavado con solución salina y concentración por el método de centrifugación. Seguido de esto se realizó el análisis parasitológico directo y con lugol para la identificación de parásitos y su diferenciación morfológica, según la metodología descrita en la investigación realizada y estandarizada por Rivas, L. y Gil, M. (Rivas, 2004).

Por último, se realizó la tinción de Zhiel Neelsen para la identificación de coccidios intestinales. Lo anterior es indicativo que las fresas y moras comercializadas en CENMA presentaron contaminación con parásitos intestinales indicadores de contaminación fecal lo cual puede contribuir a la diseminación de enfermedades gastrointestinales.

### **III. ANTECEDENTES**

#### **A. Central de Mayoreo (CENMA)**

La Central de Mayoreo (CENMA) es un centro de abastecimiento de productos perecederos en Guatemala. Está conformada por una extensión de 312,523 metros cuadrados y con una construcción de 20 galpones, los cuales se encuentran clasificados de acuerdo al producto que ofrecen (Alvarado, 2011). En CENMA se realizan actividades de comercialización al por mayor de productos agrícolas alimenticios y otras actividades afines, cuenta con más de 1,800 comerciantes y abastecedores. Esta central es un intermediario entre productores y compradores mayoristas, garantizando el abasto a 23 mercados municipales y 15 satélites en todas las zonas (Municipalidad de Guatemala, 2021), así como a compradores de países vecinos como El Salvador, Honduras, Nicaragua y México (Alvarado, 2011).

#### **B. Producción de fresas y moras en Guatemala**

El grupo de las bayas está conformado por frutas conocidas como frutos del bosque, entre estos están las fresas, moras, frambuesas, arándanos entre otros. Estos frutos son importantes en el comercio internacional debido al incremento en el consumo de productos frescos y al continuo interés por parte del consumidor de disponer una variedad de alimentos listos para el consumo (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2017).

Estos alimentos son fuente natural de antioxidantes y vitamina C que ayuda en la formación de colágeno, huesos, dientes y glóbulos rojos. Así mismo contiene fuente de fibra lo cual favorece el tránsito intestinal y contienen taninos de acción protectora cardiovascular (Franky, 2012). Sin embargo, por sus características físicas estos alimentos pueden estar expuestos a contaminación biológica lo cual genera un riesgo para la salud (Camargo y Campuzano, 2006).

Guatemala es un país que cuenta con una diversidad de microclimas lo que juega un papel importante en la agricultura para la producción de diversos productos incluyendo las bayas en diferentes regiones del país (Cano, 2015). Estos cultivos proveen de alimentos a las familias, así

mismo juegan un papel importante para la generación de ingresos, mejorando así la calidad de vida de las familias guatemaltecas. Por ello en la actualidad se trabaja sobre la búsqueda de alternativas fiables y sostenibles para el desarrollo de tecnologías por medio de las cuales se puedan obtener mejores producciones e ingresos (Cano, 2015).

## **1. Fresa**

La fresa es cultivada en diferentes partes del mundo, su cultivo se extiende en casi toda Europa, principalmente en Reino Unido, Francia y Alemania. En América es cultivada en Estados Unidos, Canadá, México, Guatemala, Costa Rica y Colombia (Cano, 2015). En Guatemala la fresa es cultivada en Totonicapán, Chimaltenango, Huehuetenango, Quetzaltenango, Sololá, San Marcos y Sacatepéquez, siendo la zona de mayor producción el altiplano central del departamento de Chimaltenango, teniendo como destino los mercados locales de la ciudad capital o bien para exportaciones (Bardales, 2009).

En el año 2013 se determinó que en el municipio de San José Poaquil, Chimaltenango uno de los principales productos de exportación es la fresa, exportándose una cantidad de 5,000 libras al año. Así mismo el municipio de Tecpán exporta una cantidad de 52,000 libras (Carillo, 2013). El crecimiento que está teniendo el mercado de la fresa es muy alto, ya que posee una tasa de crecimiento de un 15% anual (Cano, 2015). El principal destino de las exportaciones es Estados Unidos, Inglaterra, Holanda, Alemania, Francia, El Salvador y Honduras (Carillo, 2013).

Los ciclos de cosecha más relevantes se observan en los meses de noviembre, diciembre, enero y febrero (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, 2017). Sin embargo, su producción es perenne ya que este cultivo bajo condiciones de invernadero tiene la virtud de ser producido en todas las épocas del año (Grupo PAF, s.f).

## **2. Mora**

La mora es económicamente una de las frutas más valiosas cultivadas en el mundo entero, esta es originaria de zonas tropicales altas de América encontrándose principalmente en Ecuador, Colombia, Panamá, El Salvador, Honduras, Guatemala y México (Escobar, 2013).

En Guatemala la mora es cultivada principalmente en Chimaltenango, Sacatepéquez y Guatemala (García, 2005). En el municipio de San José Poaquil, Chimaltenango, otro de sus principales productos de exportación es la mora, exportándose una cantidad de 15,555 libras al año. Así mismo el municipio de Tecpán exporta una cantidad de 50,500 libras. El principal destino de las exportaciones es Estados Unidos, Inglaterra, Holanda, Alemania, Francia, El Salvador y Honduras (Carillo, 2013).

La época de siembra y cosecha de la mora depende de tres factores, el primero depende de la región en que se siembra y sus condiciones ambientales (García, 2005). En algunas regiones en donde hay menor riesgo de heladas, se siembra en los meses de febrero a marzo para tener producción durante los meses de octubre a diciembre principalmente (Conde, 2004). El segundo factor es la fecha en que se desea cosechar, ya que esto está regido por el mercado al que se quiere exportar (García, 2005).

El último factor es la capacidad de riego, si el terreno no tiene una forma de riego se esperan la época de lluvias que en Guatemala son desde mayo a octubre. Debido a que en Guatemala la mayoría de productores que no tienen capacidad de riego siembran durante los meses de mayo y junio, para obtener producción durante los meses de febrero y marzo (Conde, 2004).

### **C. Buenas prácticas agrícolas**

Los productos hortofrutícolas están en riesgo de contaminarse con patógenos en cualquier eslabón de la cadena que va desde el campo a la mesa (pre-cosecha, cosecha y post-cosecha). Si un producto es contaminado no hay más remedio que proceder a su cocción para asegurar la eliminación de los patógenos. Sin embargo, no resulta apropiado para los productos hortofrutícolas

destinados a los mercados de productos frescos, por lo que la prevención de la contaminación es fundamental para garantizar la seguridad de un producto (Administración de Medicamentos y Alimentos, 2002).

“Las buenas prácticas agrícolas (BPA) son un conjunto de principios, normas y recomendaciones técnicas aplicables a la producción, procesamiento y transporte de alimentos, orientadas a cuidar la salud humana, proteger el medio ambiente y mejorar las condiciones de los trabajadores y su familia” (FDA, 2002).

Así mismo se pueden establecer como un conjunto de principios, normas y recomendaciones técnicas que se aplican a las diferentes etapas de la producción agrícola para garantizar que los productos son inocuos, orientándose principalmente en el control de los peligros microbiológicos, químicos y físicos (Mejía, 2014).

En Guatemala no es obligatoria la implementación de BPA. Sin embargo, su implementación hace que sea la única forma de garantizar que los alimentos son producidos en óptimas condiciones de inocuidad, reduciendo así los riesgos de contaminación de los cultivos, mejorando así la eficiencia de la producción y su garantía para el consumo (Mejía, 2014).

Las BPA se basan en cuatro aspectos fundamentales que son velar por la salud y seguridad tanto de la familia como la de los trabajadores, el bienestar animal para que estos no afecten la calidad de los productos, proteger el medioambiente en relación al uso inadecuado de plaguicidas u otros recursos y por último velar por la inocuidad de los alimentos (Castillo, 2009).

## **D. Factores de riesgo en la pre-cosecha**

### **1. Suelo**

Para poder cumplir con la inocuidad de los alimentos es importante evaluar diferentes aspectos. Uno de estos es la importancia de conocer los antecedentes de uso previo del terreno, ya que este pudo haber sido utilizado para distintas actividades agrícolas por lo que puede estar contaminado con microorganismos patógenos o sustancias tóxicas (FDA, 2002).

Debido a esto es importante evaluar las fuentes potenciales de contaminación que pueden ser procedentes de los alrededores como la presencia de animales domésticos, fauna silvestre, las fuentes de agua, la erosión y el potencial impacto ambiental en el área de cultivo (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, 2017).

Cuando el terreno ha sido utilizado para alimentar animales o para la producción de estos hay un aumento en el riesgo de contaminación de las frutas y hortalizas con patógenos que se encuentran en el tracto intestinal de los animales. Es importante que los animales domésticos y silvestres estén alejados de los sitios de cultivo para evitar que la materia fecal procedente de terrenos adyacentes no contamine las áreas de cultivo (FDA, 2002).

## **2. Agua de riego**

El agua utilizada en la producción de frutas es otro factor importante a evaluar ya que puede ser una fuente de contaminación y de diseminación de patógenos. El agua es utilizada para numerosas actividades en el campo incluyendo el riego, la aplicación de pesticidas, fertilizantes y para el lavado de producto fresco (IICA, 2017).

El agua de mala calidad es una fuente directa de contaminación y vehículo de diseminación de microorganismos en el lugar de producción, ésta puede estar expuesta a patógenos de manera temporal o intermitente, siendo esta contaminación procedente de desechos humanos y animales, de la irrupción de agua de desagües y del agua procedente de lotes contiguos dedicados a la producción animal (FDA, 2002).

Las fuentes más comunes de agua para la agricultura son agua superficial (ríos, riachos, canaletas de irrigación y canales descubiertos), acumulada (reservorios, represas y lagos), subterránea (procedente de pozos) y agua de abastecimiento municipal. Sin embargo, en muchos países en desarrollo, las aguas de desechos municipales son utilizadas como fuente principal en el riego de cultivos (Rivas, 2004).

En Guatemala no hay una norma que regule el agua para riego de cultivos y no se realiza ningún análisis que verifiquen su calidad. Debido a la falta de normativas la mayoría de agricultores utilizan cualquier fuente de agua para el riego de sus cultivos (Rivas, 2017). En los países en desarrollo la relación entre excretas y enfermedades es muy común, por lo que es muy importante que las aguas residuales sean tratadas adecuadamente ya que estas aguas son portadoras de microorganismos patógenos como bacterias, protozoos, helmintos y virus que afectan al hombre y a los animales domésticos, ya que estos son evacuados con las heces (Urzúa, 2008).

### **3. Fertilizantes**

Los fertilizantes orgánicos pueden ser otro tipo de contaminación ya que se derivan de materiales vegetales o animales y se obtienen por transformación en abono del estiércol animal, de los restos vegetales después de cosecha o de los restos orgánicos. Este tipo de fertilizantes pueden resultar eficaces y seguros si son tratados de manera adecuada, de lo contrario existe un alto riesgo de contaminación de los cultivos con microorganismos patógenos presentes en materia fecal (FDA, 2002).

## **E. Factores de riesgo en la cosecha**

### **1. Personal e higiene**

Los trabajadores son una principal fuente de contaminación para los alimentos por una inadecuada higiene. Por lo que existe una gran responsabilidad de parte de los trabajadores para reducir o evitar la contaminación durante las prácticas agrícolas. Las personas enfermas pueden contaminar a otras personas u objetos directamente a través del contacto, por lo que es de suma importancia las prácticas de higiene por parte de los trabajadores (Red de Buenas Prácticas de Agricultura, 2015).

El lavado de manos es una medida de higiene importante para evitar la contaminación, por lo que se debe facilitar a los trabajadores un lavado de manos adecuado, proveyendo agua potable y jabón. Además del lavado de manos, los trabajadores deben ducharse con frecuencia, usar ropa limpia, mantener sus uñas cortas y limpias (Red de Buenas Prácticas de Agricultura, 2015).



## **F. Factores de riesgo en el post-cosecha**

### **1. Almacenamiento**

El lugar de almacenamiento debe cumplir con las condiciones adecuadas para evitar la contaminación del producto después de la cosecha. Debe estar techado, protegido de la luz directa del sol, estar ausente de sustancias químicas (fertilizante, agroquímicos, entre otros), para evitar la contaminación cruzada y estar protegido para evitar el ingreso de insectos y animales domésticos (Forero, 2002). La fresa y la mora son un fruto sensible a la manipulación por lo que se recomienda que sea transportado lo más pronto posible a los puntos de acopio final o al comercializador (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, 2014).

Se recomienda que este tipo de frutas se enfríen antes de que transcurran dos horas después de haber sido cosechadas. El frío ayuda a reducir la tasa de transpiración, la pérdida de humedad y marchitamiento y, por tanto, la maduración, los cambios de textura y color y disminuye la velocidad de aparición de los daños causados por microorganismos (IICA, 2017).

### **2. Transporte**

Los vehículos para el transporte de productos no deben haber sido utilizados para transportar plaguicidas, combustible, aceite, animales u otros materiales distintos a vegetales y materiales de cosecha, para evitar así el deterioro y contaminación del producto. Así mismo es importante que los vehículos sean revisados antes de cargar el producto para verificar su limpieza, y que no exista presencia de olores extraños. En el caso de la fresa y la mora se recomienda utilizar camiones refrigerados para preservar la fruta (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, 2014).

Sirín, R. (2018) con la asistencia, acompañamiento y consulta a los trabajadores de una Agroexportadora ubicada en Chimaltenango, recopiló información de las actividades del manejo post-cosecha. En donde se observó que el vehículo de la empresa no fue sanitizado antes de iniciar labores de acopio, lo cual favorece a la contaminación del producto y que las frutas se transportan envueltas con papel periódico y contenidas en cajas de madera lo cual aumenta la velocidad de los procesos de degradación de la fruta (Sirín, 2018).

### **3. Manipulación**

Estudios han demostrado que los índices de contaminación fecal de los productos hortícolas son mayores en las áreas de mercado que en las de cultivo (Rodríguez, 2005). Por lo que es importante la higiene personal de quienes manipulan los alimentos.

La manipulación de frutas es una de las principales fuentes de contaminación, las manos en este caso de quien manipula las frutas, pueden transportan microorganismos de un lugar a otro, es debido a ello la importancia del lavado de manos. Así mismo es importante el recorte de las uñas y la utilización de ropa limpia (OMS, 2007).

#### **G. Enfermedades transmitidas por alimentos**

Las enfermedades transmitidas por los alimentos (ETA'S) son adquiridas por el consumo de agua o alimentos contaminados, son generalmente de carácter infeccioso o tóxico y son causadas por bacterias, virus, parásitos o sustancias químicas (OMS, 2017). Sin embargo, los agentes transmitidos por el agua o alimentos son más comúnmente patógenos biológicos que químicos y las enfermedades que provocan casi siempre son contagiosas (Vásquez y Sazo, 2009).

Las ETA'S componen un importante problema de salud pública principalmente en países en desarrollo ya que estas enfermedades están relacionadas con factores económicos y sociales así como con el saneamiento ambiental, íntimamente relacionados con la pobreza, el analfabetismo, la desnutrición crónica, la falta de higiene, la falta de conocimientos en la adecuada producción de alimentos y la insuficiencia de leyes en materia de inocuidad de los alimentos o la falta que hay en su aplicación (OMS, 2015).

En los países en vías de desarrollo es alta la incidencia de enfermedades causadas por la ingesta de alimentos ya que gran parte de estos no cumplen con la calidad e inocuidad apropiada. Esto es debido a que, desde la cosecha del alimento hasta el consumo del producto, el alimento está sujeto a una serie de exposiciones que sin un control adecuado pueden convertir al alimento en un elemento altamente nocivo y de riesgo para la salud (FAO, 2009).

Existe una gran incidencia de enfermedades parasitarias, infecciones e intoxicaciones gastrointestinales que afectan la salud pública y consecuentemente inciden adversamente en la economía nacional, ya que estas enfermedades se pueden volver endémicas ocasionando incluso la muerte entre los grupos más vulnerables de la sociedad como lo son aquellos que viven en condiciones de pobreza (FAO, 2009).

Según el Instituto Nacional de Estadística de Guatemala (INE), reportó en el último censo realizado en el 2014 que el 59.3% de la población guatemalteca vive en condiciones de pobreza y el 23.4% en pobreza extrema, lo cual indica que hay gran porcentaje de la población que están en riesgo para contraer enfermedades (Instituto Nacional de Estadística, 2015).

En Guatemala las enfermedades transmitidas por alimentos y agua, se registran entre las primeras diez causas de morbilidad y mortalidad, siendo el evento principal la enfermedad diarreica. El promedio de casos de diarrea en los últimos años ha sido de 400,000 casos por año, dándose en un 62% en niños menores de 5 años (Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, 2018). Así mismo en Guatemala la parasitosis intestinal se encuentra en el séptimo lugar de las causas de morbilidad (Sistema de Información Gerencial de Salud, 2018).

Los agentes relacionados principalmente con los brotes de diarrea en Guatemala han sido norovirus, rotavirus, *Cryptosporidium parvum*, *Giardia lamblia* y *Escherichia coli* enterotoxigénica (FAO, 2009).

Es importante mencionar que una de las principales fuentes de contaminación es el consumo de agua contaminada con agentes infecciosos que se originan generalmente cuando las lluvias arrastran materia fecal de personas enfermas o animales hacia las fuentes de agua que abastecen a las poblaciones. El agua es necesaria ya que se utiliza para la preparación de los alimentos o para riego de siembras, sin embargo, en los países en vías de desarrollo hay partes de las poblaciones que tiene un limitado acceso al agua potable (FAO, 2009).

En el caso de Guatemala, las enfermedades transmitidas por alimentos tienen un impacto económico ya que afecta actividades económicas importantes como el turismo y la exportación de frutas, además de contribuir a la desnutrición crónica de la población (FAO, 2009).

## **H. Parasitosis intestinal**

La parasitosis intestinal es una infección producida por parásitos que puede originarse por la ingestión de quistes de protozoos, huevos o larvas; siendo el hábitat natural de estos microorganismos el aparato digestivo del hombre (Medina, Medallo, García, Piñero y Fontelos, s.f).

Las enfermedades parasitarias intestinales continúan siendo uno de los principales problemas de salud pública en el mundo. En el año 2001 la Organización Mundial de la Salud (OMS) estimó que aproximadamente 3,500 millones de personas sufrían de parasitosis y enfermedades asociadas, siendo más afectada la población infantil. Se estima que alrededor de 2,000 millones de personas pueden estar infestadas por al menos una especie de helmintos y 4,000 millones se encuentran en riesgo de infestación (Navone, et al., 2017).

Existe una relación entre la pobreza y las condiciones higiénicas con una alta frecuencia e intensidad de estas infecciones. Como se mencionó anteriormente, la población más afectada es la población infantil debido a su inmadurez inmunológica y al poco desarrollo de hábitos higiénicos; lo cual puede conducir al retraso del crecimiento por inapetencia, competencia por los nutrientes, anemia por deficiencia de hierro, diarrea y síndrome de malabsorción, entre otros trastornos (Espinosa, Alazales y García, 2011).

Entre las causas de morbilidad infantil a nivel mundial, la parasitosis intestinal se sitúa en el tercer lugar, precedida por las infecciones respiratorias agudas y diarreicas (Espinosa, Alazales y García, 2011). Siendo la prevalencia de los principales parásitos: *Ascaris lumbricoides* con 1,250,000 casos, Uncinarias con 990,000 casos y *Trichuris trichiura* con 700,000 casos anualmente (Mujo, 2014).

Según la OMS, Guatemala es considerado como uno de los países con mayor prevalencia de parasitosis en América Latina siendo afectados alrededor de tres millones de niños al año en el país (Organización Panamericana de la Salud, 2019). En el año 2015 se reportó una incidencia de 11,826 casos de diarrea en el departamento de Jalapa, de los cuales 1,796 fueron de origen parasitario en niños menores de cuatro años de edad, clocando así a la parasitosis intestinal en la décima causa de morbilidad en niños. Así mismo en el año 2014 se realizó un estudio en donde se determinó que parásitos eran más frecuentemente aislados en niños siendo estos: *Ascaris lumbricoides*, *Giardia lamblia*, *Trichomonas hominis* y *Trichuris trichiura* (Sunun, Monroy, Puc y Marroquín, 2017).

Por otro lado, en el año 2012 en la Escuela Oficial Urbana Mixta de San Antonio Aguas Calientes Sacatepéquez, se evaluó la presencia de parásito en niños de 6 a 12 años, en donde se determinó que el 64.06% de niños presentaban infección por uno o más parásitos, siendo los protozoos más comúnmente aislados en un 25% *Endolimax nana*, 18.27% *Entamoeba coli*, 2.56% *Iodamoeba butschlii* y de helmintos *A. lumbricoides* en un 11.22%. Así mismo se determinó que existe una asociación estadísticamente significativa con la presencia de parásitos con dos factores: no realizar el lavado de manos con agua y jabón después de ir al sanitario y la presencia de piso de tierra en la vivienda (López, 2012).

## **I. Parásitos más frecuentes en fresas y moras**

### **1. *Giardia lamblia***

Es un protozoo flagelado que vive en aguas ambientales. Presenta dos formas morfológicas: una forma móvil o trofozoíto y como quiste, que es la forma más pequeña resistente a las condiciones adversas (Rivera y Tsuji, 2009). La ingestión de uno o más quistes puede provocar giardiasis, la cual puede adquirirse por consumo de agua, alimentos contaminados o por transmisión feco-oral (Rosales, 2011). El período de incubación es de 7 a 13 días, las personas que llegan a estar infectadas pueden eliminar diariamente hasta  $9.0 \times 10^8$  quistes. Entre los años de 1942 y 1980 en Estados Unidos se produjeron 42 brotes por consumo de agua contaminada con *Giardia lamblia* (Molina, 2009). Así mismo en el periodo de 1998 y 2007, se reportaron un

aproximado de 7.650 brotes de origen alimentario atribuyéndose más del 7% a *G. lamblia* (Correa, 2012). En México y Noruega se realizaron diferentes estudios en donde observaron diferentes parásitos en fresas, siendo uno de los más comunes *G. lamblia* (Da Silva, et al., 2014). En Perú se realizó un estudio de contaminación parasítica de hortalizas de consumo humano expandidas en mercados de Trujillo, en donde se encontró *Giardia* en un 22.1% (Salcedo, Valdivieso y Campos, 2019).

## **2. *Entamoeba coli***

Es un protozoo comensal que tiene por hábitat el intestino grueso del ser humano, su distribución geográfica es mundial y su transmisión se da después de la ingesta de quistes maduros en agua, alimentos o fómites contaminados con heces (Cabello, 2007). Presenta dos formas principales en su ciclo biológico que son los trofozoitos y los quistes que es la principal forma de transmisión (Centro para el Control y Prevención de Enfermedades, 2015). Puede causar infecciones asintomáticas que no llegan a adquirir importancia clínica (Soberanis, 2010). En Guatemala se detectó quistes de *E. coli* en un 10.8% en hortalizas comercializada en el Mercado Central (Rivas, 2004), así mismo en otro estudio de detectó en un 40.4% en frutas listas para consumir (Chocooj y Salguero, 2018). En Cartagena se evaluó la frecuencia de enteroparásitos en frutas y hortalizas de los establecimientos públicos y privados, en donde se encontró *E. coli* en un 12.5% en apio, moras y guayabas (Guerrero, 2015).

## **3. *Entamoeba histolytica***

Es un protozoo anaerobio, patógeno para humanos y otros primates. Presenta dos formas principales en su ciclo biológico: los trofozoitos que son la forma invasiva y los quistes que son la principal forma infectiva (Gállego, 2007). La ingestión de un solo quiste puede provocar la patología de colitis amebiana, pudiendo una persona infectada eliminar diariamente hasta 50 millones de quistes (Martínez, 2011). En Venezuela se encontró que el 19.51% de muestras de ensaladas se encontraban contaminadas con *E. histolytica*. Así mismo en México se observó la presencia de *E. histolytica* en fresas (Silva et al., 2014) y en Cartagena se encontró en guayabas y moras (Guerrero, 2015).

#### **4. *Endolimax nana***

Es un protozoo indicador de contaminación fecal; su reservorio es exclusivamente humano con distribución cosmopolita y es considerado como agente comensal en los humanos (Gomila, Toledo y Sanchis, 2011). Sin embargo, ha estado asociado a casos clínicos de diarreas crónicas, enterocolitis o urticarias (Soberanis, 2010). En Guatemala se encontró *E. nana* en un 9.1% en frutas listas para su consumo (Chocooj y Salguero, 2018), así mismo se detectó en un 9.8% en hortalizas comercializada en el Mercado Central. En Nicaragua se determinó que el 15% de verduras distribuidas en diferentes mercados se encontraban contaminadas con *E. nana* (Ochoa y Selva, 2008).

#### **5. *Blastocystis hominis***

Es un protozoo de distribución universal que habita en el tracto intestinal tanto de animales como de humanos, siendo uno de los microorganismos hallados con mayor frecuencia en muestras de heces. Presenta 6 diferentes formas morfológicas que son: ameboide, vacuolar, granular, quística, multivacuolar y avacuolar (Bustelo, Joga, Sánchez, López y Taboada, 2015). Su vía de transmisión puede ser por consumo de agua, alimentos contaminados o por transmisión feco-oral. La patogenicidad de *Blastocystis* aún es controversia, aunque varios autores lo designan como un patógeno responsable de numerosos desórdenes intestinales como diarrea, enfermedad inflamatoria intestinal, síndrome de intestino irritable, colitis ulcerosa y extraintestinales como urticaria y anemia ferropénica, su patogenicidad no ha sido probada (Coco, Molina, Basualdo y Córdoba, 2016). En Guatemala se observó la presencia de *B. hominis* en frutas listas para consumir en un 49.5% (Chocooj y Salguero, 2018), así mismo en la Ciudad de Cartagena, Colombia (2015) se reportó la presencia de *B. hominis* en frutas en un 20.8% (Guerrero, 2015).

#### **6. *Ascaris lumbricoides***

Es el nematodo de mayor tamaño que parasita el intestino del hombre. Este es un parásito cosmopolita dentro de la población, determinado por múltiples factores como pobreza y malas condiciones ambientales. El hombre se infecta a través de la ingestión de los huevos que se encuentran presentes en el suelo contaminado; estos son resistentes al calor extremo y la

deseccación, por lo que pueden sobrevivir varios años en ambientes húmedos y templados (Universidad Nacional Autónoma de México, 2017). En Guatemala se observó que el 1% de frutas listas para consumir en tres diferentes mercados se encontraba contaminada con *A. lumbricoides* (Chocooj y Salguero, 2018). Así mismo en 2004 se observó la presencia de *A. lumbricoides* en el 6.9% de hortalizas expandidas en el mercado central (Rivas, 2004). En Perú se realizó un estudio de contaminación parasítica de hortalizas de consumo humano expandidas en mercados de Trujillo, en donde se encontró *Ascaris* en un 11.8% (Salcedo, Valdivieso y Campos, 2019).

### **7. *Cryptosporidium parvum***

Es un parásito protozoario que pertenece a la familia de los coccidios, es un parásito intracelular obligado que puede producir gastroenteritis en humanos (Rodríguez, Muñoz, Valerio, Bouza, Martín-Rabadán y Anaya, 2010). La criptosporidiosis intestinal, puede adquirirse por consumo de agua, alimentos contaminados o por transmisión feco-oral. Un solo ooquiste es suficiente para causar la enfermedad en los hospedadores susceptibles; entre la ingestión de ooquistes y la aparición de síntomas clínicos existe una demora de 7 a 10 días y la duración de la diarrea en personas sanas puede variar entre 2 y 26 días, llegando incluso a 90 días (Rodríguez y Royo, s.f). En Canadá se evaluó la presencia de *Cryptosporidium* en hojas verdes empacadas listas para consumir las cuales el 5.9% fueron positivas para este protozoo (Dixon, Parrington, Cook, Pollari, y Farber, 2013). Un estudio realizado en Perú evaluó 105 muestras de ensaladas con base de lechuga y se observó *Cryptosporidium parvum* en el 6.7% de las muestras (Martínez, 2011). Otro estudio igualmente realizado en Perú acerca de la contaminación por enteroparásitos en hortalizas expandidas en los mercados del cercado de Tacna se detectó *Cryptosporidium parvum* en un 2.48% (Contreras, 2012).

### **8. *Cyclospora cayetanensis***

Este protozoo es un parásito intracelular obligado, que produce cuadros similares a los causados por otros organismos, tales como *Cryptosporidium* spp. Este microorganismo ha sido encontrado en aguas residuales y agua potable contaminada con heces (UNAM, 2018). Las personas pueden contraer ciclosporiasis al consumir alimentos y agua contaminada con ooquistes



de *C. cayetanensis*, así como por vía fecal-oral. El período de incubación va de 2 a 11 días, con promedio de una semana y la infección puede durar desde 1 a 4 semanas; se han observado remisiones y relapsos después de 4 semanas de superada la infección (Piedrasanta, 2003). En Estados Unidos se reportaron 546 personas infectadas con *Cyclospora* por el consumo de cilantro fresco proveniente del Estado de Puebla, México. Así mismo en los 90's se reportó un brote de enfermedades gastrointestinales transmitidas por alimentos con 1,012 casos y fue asociado al consumo de frambuesas contaminadas con *Cyclospora* importadas de Guatemala (García, 2015). Un estudio en Costa Rica en donde se evaluó la prevalencia de *Cyclospora* sp., *Cryptosporidium* sp., microsporidos en frutas y vegetales frescos de consumo crudo, se detectó *Cyclospora* partir de la lechuga en un 4% (Calvo, Carozo, Arias, Chaves, Monge y Chinchilla, 2004).

#### IV. JUSTIFICACIÓN

Los alimentos que se consumen crudos son un riesgo para la salud humana, ya que estos pueden ser vehículos de microorganismos patógenos. Los productos pueden estar expuestos a la contaminación microbiológica ya que son cultivados al aire libre y son susceptibles a contaminarse con patógenos durante el proceso de producción (Rivas, 2004).

Los parásitos presentan formas de resistencia que los hace viables en el medio ambiente (Ortiz, 2017), por lo que pueden encontrarse en alimentos que se consumen crudos sin pasar por un proceso de descontaminación que los elimine de una manera adecuada. Guatemala es considerado como uno de los países con mayor prevalencia de parasitosis en América Latina, por la ingesta de alimentos contaminados, siendo afectados alrededor de tres millones de niños al año en el país (OPS, 2019).

La importancia del presente estudio fue determinar la presencia de parásitos y coccidios en fresas y moras comercializadas en CENMA, ya que estos alimentos carecen de un control de calidad por lo que ponen en riesgo la salud de sus consumidores.

En base a lo anterior es posible recomendar la implementación de las buenas prácticas de agricultura (BPA), promover la higiene de los vendedores en los puestos de mercado y el lavado y desinfección de alimentos antes de la ingesta para poder evitar así la contaminación de los alimentos y prevenir las enfermedades transmitidas por alimentos contaminados.

## **V. OBJETIVOS**

### **A. Objetivo General**

Determinar la presencia de parásitos y coccidios intestinales en fresas y moras comercializadas en la Central de Mayoreo (CENMA).

### **B. Objetivos Específicos**

1. Identificar las diferentes especies de parásitos y coccidios intestinales.
2. Establecer el porcentaje de cada parásito y coccidio identificado.
3. Establecer el porcentaje de fresas y moras contaminadas con parásitos y coccidios intestinales.
4. Asociar la presencia de los parásitos encontrados a las frutas investigadas.

## **VI. HIPÓTESIS**

Esta investigación no posee hipótesis por ser un estudio de tipo descriptivo.

## **VII. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **A. Universo de trabajo y muestra**

#### **1. Universo de trabajo**

El universo de trabajo estuvo conformado por fresas y moras comercializadas en los puntos de venta en la central de mayoreo (CENMA).

#### **2. Muestra**

La muestra estuvo constituida por 116 unidades de análisis, la cual estuvo conformada de 76 unidades de fresa y 40 unidades de mora, todas procedentes de 20 puestos en los galpones 2, 15 y 16 de la central de mayoreo (CENMA).

### **B. Recursos**

#### **1. Recursos humanos**

- Asesor: Lic. Martin Gil.
- Tesista: Br. Elisa María Reyna Gutiérrez.

#### **2. Recursos institucionales**

- Laboratorio Clínico Rivera y García
- Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad San Carlos de Guatemala

### **C. Materiales**

#### **1. Equipo**

- Balanza semianalítica
- Centrífuga

- Microscopio
- Refrigeradora

## **2. Cristalería**

- Probetas de 1000 mL
- Pipetas Pasteur
- Porta objetos
- Cubre objetos

## **3. Varios**

- Cepillos dentales
- Coladores de plástico
- Bolsas Ziploc
- Tubos cónicos de 50mL
- Guantes
- Tablas de madera estériles
- Cuchillos estériles
- Bandeja para tinciones
- Fósforos
- Pinzas
- Papel mantequilla
- Espátula
- Algodón
- Papel bond
- Tinta para impresora

#### **4. Reactivos**

- Solución salina fisiológica (NaCl 0.9%)
- Solución de lugol fuerte
- Tinción de Ziehl Neelsen

### **D. Metodología**

#### **1. Recolección de muestras**

Las muestras se recolectaron en la totalidad de puestos en CENMA que comercializaban fresas y moras (20 puestos), una vez por semana durante cuatro semanas. El peso recolectado de cada fruta fue de una libra para obtener como mínimo 200 gramos.

#### **2. Proceso analítico (Anexo 1)**

- Las muestras fueron recolectadas en CENMA y trasladadas en frío al laboratorio.
- Se pesaron 200 gramos dentro de una bolsa Ziploc con cierre y se le adicionó 400 ml de solución salina fisiológica (NaCl 0.9%).
- La superficie de la fruta fue restregada con un cepillo dentro de la misma bolsa y la solución de lavado se dejó sedimentar durante 24 horas.
- Al día siguiente la solución sedimentada fue filtrada a través de un colador.
- La solución obtenida después del filtrado fue transferida en su totalidad a tubos cónicos y se centrifugaron a 2000 rpm durante 30 minutos.
- Se decantó el sobrenadante y el sedimento de cada uno de los tubos se consolidó en un solo tubo, el cual fue centrifugado por una última vez.
- Se realizaron 4 preparaciones con solución salina y lugol.
- Se procedió a observar las preparaciones al microscopio con los objetivos de 10X y 40X, para la identificación de parásitos.
- Del tubo consolidado se realizó un extendido en lámina portaobjetos y se dejó secar.
- Se fijo mediante calentamiento suave, flameándolo sobre la llama del mechero 3 veces.

- Se agregó el colorante fucsina cubriendo la totalidad del frote por 5 minutos.
- Luego, se flameó por debajo del portaobjetos hasta el desprendimiento de vapores blancos.
- El frote se lavó con agua corriente y se cubrió con alcohol ácido al 3% durante 2 minutos.
- Después se lavó con agua corriente y luego se cubrió con azul de metileno durante 1 minuto.
- Se lavó con agua corriente y se dejó secar.
- Por último, se colocó una gota de aceite de inmersión sobre la lámina y se observó al microscopio en el objetivo de 100x, para la identificación de coccidios.
- Todo el material reutilizable fue colocado en un recipiente con hipoclorito al 1% y se dejó en inmersión durante 24 horas y posteriormente fueron lavados.
- Los materiales no reutilizables fueron descartados directamente en bolsa roja.

### **3. Diseño metodológico**

#### **a. Tipo de estudio**

Estudio para la detección de parásitos y coccidios intestinales de tipo descriptivo.

#### **b. Muestreo**

En la presente investigación se muestreo la totalidad de puestos que comercializaban fresas y moras en CENMA.

#### **c. Análisis Estadístico**

Para conocer el número de muestras a trabajar, se utilizó el programa estadístico EPIDATA 3.1, trabajando con un nivel de confianza del 95%, una proporción esperada del 50% y una precisión del 10% se obtuvo un número de 97 muestras a analizar. Por el recambio de las frutas se muestrearon una vez por semana todos los puestos. Al realizar tres muestreos por venta de fruta daba un total menor a 97, por lo que se muestreo durante cuatro semanas, haciendo un total de 116



muestras, siendo este tamaño de muestra superior al calculado, lo cual mejoro la precisión del estudio.

Se identificaron los diferentes tipos de parásitos encontrados en las muestras y se calculó el porcentaje de cada parásito identificado, así como el porcentaje de muestras contaminadas y no contaminadas. Por último, para determinar si existía o no una asociación de los parásitos encontrados en las frutas investigadas se utilizó la prueba de  $\chi^2$  (Chi-cuadrado) por medio del programa STATA.

## VIII. RESULTADOS

Para evaluar la presencia de parásitos intestinales se recolectaron 116 muestras de fresas (n=76) y moras (n=40) comercializadas en 20 diferentes puestos de CENMA, esto realizado en cuatro diferentes muestreos. En la Tabla 1 se presentan 46 muestras positivas, de las cuales dos presentaron dos diferentes tipos de parásitos haciendo un total de 48 observaciones de parasitarias.

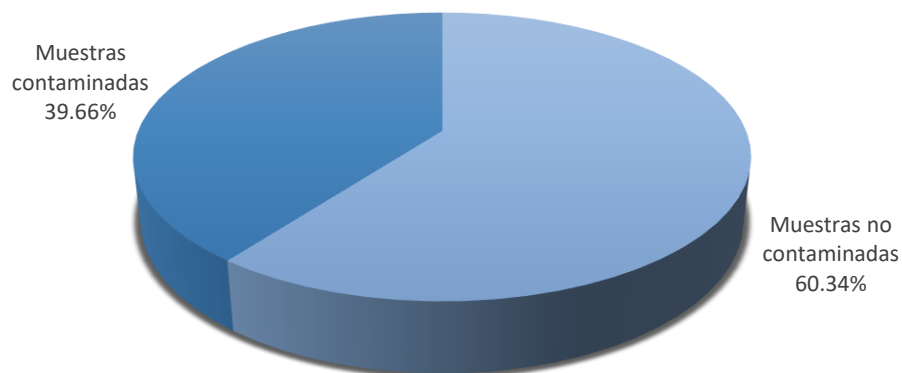
**Tabla No. 1 Parásitos observados en fresas y moras comercializadas en CENMA**

No. De puesto	Primer muestreo		Segundo muestreo		Tercer muestreo		Cuarto muestreo	
	Fresa	Mora	Fresa	Mora	Fresa	Mora	Fresa	Mora
1	BH	NSOP	NSOP	NSOP	BH	NSOP	BH	NSOP
2	BH	BH	BH, EN	NSOP	NSOP	BH	NSOP	NSOP
3	NSOP	-	BH	-	BH	-	NSOP	-
4	BH	-	NSOP	-	NSOP	-	NSOP	-
5	BH, EC	-	NSOP	-	NSOP	-	BH	-
6	NSOP	-	NSOP	-	NSOP	-	BH	-
7	BH	NSOP	NSOP	NSOP	NSOP	NSOP	BH	BH
8	BH	BH	NSOP	NSOP	NSOP	NSOP	BH	NSOP
9	BH	-	NSOP	-	NSOP	-	NSOP	-
10	BH	BH	NSOP	NSOP	NSOP	NSOP	NSOP	BH
11	NSOP	-	BH	-	BH	-	NSOP	-
12	BH	BH	NSOP	BH	NSOP	NSOP	NSOP	NSOP
13	BH	NSOP	NSOP	NSOP	BH	NSOP	NSOP	BH
14	NSOP	-	BH	-	NSOP	-	BH	-
15	BH	-	BH	-	NSOP	-	BH	-
16	BH	NSOP	NSOP	BH	NSOP	NSOP	NSOP	BH
17	NSOP	BH	NSOP	BH	NSOP	NSOP	NSOP	BH
18	BH	-	NSOP	-	NSOP	-	NSOP	-
19	BH	-	NSOP	-	NSOP	-	BH	-
20	-	BH	-	NSOP	-	NSOP	-	NSOP

Nota: BH= Quistes de *B. hominis*, EC= Quistes de *E. coli*, EN= Quistes de *E. nana*, NSOP: No se observaron parásitos, -: No se realizó muestreo.

En la gráfica No. 1 se puede observar que el 39.66% de las muestras se encontraron contaminadas con parásitos intestinales y el 60.34% restante no presentaron contaminación.

**Gráfica No. 1 Porcentaje de contaminación parasitaria en fresas y moras comercializadas en CENMA**



En la Tabla No. 2 se puede observar los 3 parásitos encontrados, siendo *B. hominis* el parásito más frecuente (39.65%), y *E. coli* (0.86%) y *E. nana* encontrados con menor frecuencia (0.86%).

**Tabla No. 2 Parásitos intestinales encontrados en muestras de fresas y moras comercializadas en CENMA**

Parásito	Número de muestras contaminadas	Porcentaje (%) del total de muestras
<i>B. hominis</i>	46	39.66 %
<i>E. coli</i>	1	0.86 %
<i>E. nana</i>	1	0.86 %

En la Tabla No. 3 se puede observar que de 116 muestras el 26.72% de fresas y el 12.94% de moras estaban contaminadas con parásitos intestinales.

**Tabla No. 3 Muestras contaminadas con parásitos intestinales en la totalidad de fresas y moras comercializadas en CENMA**

Fruta	Contaminadas	No contaminadas	Total
Fresa	31	45	76
Porcentaje (%)	26.72	38.79	65.52
Mora	15	25	40
Porcentaje (%)	12.94	21.55	34.48
Total	46	70	116
Porcentaje (%)	39.66	60.34	100.00

En la tabla No. 4 se puede observar que de 76 muestras de fresas el 40.79% presento contaminación con parásitos intestinales y de 40 muestras de moras el 37.50% presento contaminación con parásitos intestinales.

**Tabla No. 4 Muestras contaminadas con parásitos intestinales por fresa o mora comercializadas en CENMA**

Fruta	Contaminadas	No contaminadas	Total
Fresa	31	45	76
Porcentaje (%)	40.79	59.21	100.00
Mora	15	25	40
Porcentaje (%)	37.50	62.50	100.00
Total	46	70	116
Porcentaje (%)	39.66	60.34	100.00

En la Tabla No. 5 se puede observar que no existe una asociación entre la presencia de parásitos y las fresas y moras comercializadas en CENMA

**En la Tabla No. 5 Asociación entre la presencia de parásitos y fresas y moras comercializadas en CENMA**

Fruta	Presente	Ausente	Total
Fresa	31	45	76
Mora	15	25	40
Total	46	70	116

Valor de  $p > 0.05$  (0.1185)

## IX. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El presente estudio evaluó la presencia de parásitos y coccidios intestinales en 116 muestras de fresas y moras comercializadas en CENMA por el método de lavado y concentración. En Guatemala es el primer estudio realizado en este tipo de muestras, sin embargo, se han realizado estudios similares en hortalizas (Rivas, 2004) y en frutas listas para su consumo como mango, melón, papaya, piña y sandía (Chocooj y Salguero, 2018).

La recolección de muestras se realizó en los diferentes puestos de venta en los galpones 2, 15 y 16 de CENMA, los puestos fueron identificados con un número (Anexo 2, 3 y 4) con el fin de poder identificarlos al momento de realizar el muestreo por cuadruplicado. En la Tabla No. 1 se puede observar un total de 48 observaciones parasitarias en 46 muestras, dando como resultado un 39.66% de contaminación con parásitos intestinales en las muestras analizadas (Gráfica 1). Estudios en Guatemala han detectado un 33.4% de contaminación en hortalizas expandidas en el Mercado Central (Rivas, 2004) y un 30.3% de contaminación en frutas listas para consumir en tres mercados de Mixco (Chocooj y Salguero, 2018). Esto es indicativo de la falta de inocuidad en las frutas y verduras expandidas en los mercados de Guatemala.

Las fresas y moras comercializadas en CENMA presentaron un porcentaje de 39.66% de contaminación, esto puede estar relacionado a diferentes factores en los procesos de pre-cosecha, cosecha y post-cosecha. A continuación, se describen diferentes factores que pudieron favorecer la contaminación de las fresas y moras como lo son el riego de cultivos con aguas contaminadas, transporte, almacenamiento y la falta de higiene por los manipuladores.

Un problema crítico que se da en Guatemala es el uso de aguas residuales sin tratamiento que presentan niveles inaceptables de contaminación, esto es practicado en su mayor parte por pequeños agricultores, para el riego de frutas y verduras. Así mismo, en Guatemala existen plantas para el tratamiento de aguas residuales que son utilizadas para riego. Sin embargo, estas aguas post-tratamiento no cumplen con las condiciones para su uso debido a la presencia de coliformes totales y *E. coli*, indicadores de contaminación fecal (Urzúa, 2008).

Como se mencionó anteriormente el transporte es otro factor que puede favorecer la contaminación de los alimentos. En un estudio realizado por Sirín en donde realizó el acompañamiento de una producción agrícola de fresa en el departamento de Chimaltenango, se evidenció la falta de buenas prácticas al momento de transportar las fresas. El vehículo en donde se transportaban las fresas no era sanitizado antes de ser cargado con el producto, así mismo las fresas se envolvían con papel periódico y eran colocadas en cajas de madera. Por último, en el proceso de descarga, las cajas eran colocadas directamente en el suelo (Sirin, 2018). Esto es una práctica inadecuada ya que el producto entra en contacto con los microorganismos que pueden existir en estas superficies.

Al momento de realizar el muestreo en CENMA se pudo evidenciar que los camiones que transportaban frutas y verduras se encontraban sucios (Anexo 5), lo que indica que estos no son limpiados ni sanitizados antes de cargarlos con los productos. Así mismo en algunos puestos las fresas y moras estaban contenidas en cajas o canastas con papel periódico colocadas directamente en el suelo (Anexo 6).

Otro factor es el almacenamiento de los alimentos, ya que si no son almacenados de forma correcta estos pueden estar expuestos a roedores e insectos. Un estudio realizado sobre seguridad e higiene ocupacional en CENMA recabó información en donde el 17% de los encuestados indicó haber observado ratas o cucarachas, mientras que el 83% mencionó no haber observado ninguno. Esto es un indicativo que las fumigaciones periódicas que se realizan en CENMA son de ayuda para la exterminación de roedores o insectos en el mercado, sin embargo, no son suficientes ya que no son eliminados en su totalidad (Alvarado, 2011). En los galpones de CENMA se pudo observar que el almacenamiento de las frutas y verduras únicamente se realiza colocando mantas y lazos sobre las cajas con las frutas y verduras, siendo estas expuestas a cualquier tipo de roedor o insecto (Anexo 7).

Por último, la relación que existe entre una inadecuada manipulación de alimentos y las enfermedades transmitidas a través de estos, está demostrada. Por lo que las medidas más eficaces son la higiene de los manipuladores, ya que es el manipulador el que interviene como vehículo de transmisión (Lozano, 2009). En CENMA se pudo observar que de los tres galpones donde se

realizó el muestreo únicamente uno contaba con lavamanos, por lo que el resto de vendedores no contaban con agua potable para el lavado de manos. Así mismo es importante recalcar la poca importancia que le dan los vendedores a la sanitización de manos, ya que a pesar que en el año 2020 inicio la pandemia de Covid-19, situación en donde el lavado y sanitización de manos debió ser más constante, los puntos de venta no cumplían con las medidas de higiene, al no contar con un ningún medio de sanitización.

Adicionalmente, existen factores que favorecen la presencia de parásitos en estas frutas, ya que están constituidas por pequeños granos como las moras y con orificios como las fresas, donde se pueden alojar mayor cantidad de parásitos. Las fresas y moras por ser frutas pequeñas sufren de bastante manipulación, lo cual es más riesgoso ya que los parásitos que puedan estar presentes en las manos de los manipuladores pueden adherirse a dichas frutas (Caiza y Caiza, 2019). Adicional a la manipulación que se les da a estas frutas en la cosecha, se pudo observar que los vendedores en CENMA pesaban y despachaban las fresas y moras directamente con las manos, sin tener ningún tipo de sanitización entre la manipulación de las frutas y el dinero (Anexo 8).

Así mismo, la estructura superficial de estas frutas es rugosa por lo que pueden tener acumulación de agua al momento del riego lo cual puede proporcionar un ambiente de supervivencia a los microorganismos (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2017).

En la Tabla No. 2 se puede observar que en las muestras contaminadas se detectaron tres parásitos intestinales siendo estos *B. hominis* con un 39.66% seguido de *E. coli* y *E. nana* con un 0.86%. *B. hominis* es un indicador de contaminación fecal y es el que se detecta con mayor frecuencia en muestras fecales (Coco, Molina, Basualdo y Córdoba, 2016). Algunos autores lo designan como un patógeno responsable de numerosos desórdenes intestinales, y también como un patógeno oportunista en pacientes inmunodeprimidos (Muñoz y Frade, 2005). Sin embargo, algunos autores mencionan que no existe una asociación entre el parásito y la enfermedad clínica (Coco, Molina, Basualdo y Córdoba, 2016).



En Guatemala se realizó un estudio de frutas listas para consumir en donde se encontró que un 49.5% de las muestras presentó contaminación con *B. hominis* (Chocooj y Salguero, 2018), siendo este porcentaje cercano al encontrado en este estudio. Otro estudio realizado en Ecuador en donde se determinaron los parásitos intestinales en frutas y verduras, se encontró *B. hominis* con una frecuencia de 52.08% en fresas y un 33.33% en moras (Caiza y Caiza, 2019).

En el presente estudio *E. coli* y *E. nana* fueron encontrados en una baja frecuencia, sin embargo, en otros estudios de hortalizas han sido encontrados con una mayor frecuencia. En las hortalizas expandidas en el mercado central Guatemala se reportó la frecuencia de *E. coli* con un 10.8% y un 9.8% para *E. nana* (Rivas,2004).

En Guatemala se han realizado diferentes estudios sobre parasitosis intestinal en donde se ha detectado una alta frecuencia de *B. hominis* en muestras fecales. En un instituto en la Ciudad de Guatemala se evaluaron 184 muestras fecales en donde se encontró que la frecuencia de *B. hominis* fue de 39.23%, seguido de *E. nana* con un 35.38% y *E. coli* con un 17.69% (Soberanis, 2010). En otro estudio realizado en un centro de salud de zona 18 se encontró *B. hominis* con una frecuencia de 23% y *E. nana* con un 13% (Gil, 2012). Esto puede estar relacionado con el hecho de encontrar *B. hominis* con un mayor porcentaje en las muestras de este estudio, ya que su frecuencia es alta en el país y esto junto con el uso de aguas contaminadas para riego de cultivos y la mala higiene de los manipuladores puede favorecer la presencia de este microorganismo en productos agrícolas.

Otro factor que es importante, es la evaluación de la frecuencia de parásitos intestinales en los manipuladores de alimentos, ya que estudios como en Venezuela han detectado un 13% de *B. hominis* en los manipuladores, así mismo otro estudio realizado en Brasil detectó *B. hominis* en un 80% (Lozano, 2009). Actualmente en Guatemala no se cuentan con estudios que evalúen la existencia de parásitos intestinales en los vendedores de CENMA y la correlación con la contaminación de los productos.

El límite de detección establecido por Rivas para la metodología de lavado y concentración es de un huevo por cada ocho gramos y un quiste por cada gramo de alimento. Es decir que para

una de las muestras de fresa o mora de 200g fuera positiva para la presencia de quistes de *B. hominis* la muestra debió contener por lo menos 200 quistes (Rivas, 2004). Aunque la patogenicidad de *B. hominis* aún es controversia, algunos autores han sugerido que *Blastocystis* es probablemente patógeno si es abundante usualmente clasificado como más de 5 organismos por campo con el objetivo de 100X (Muñoz y Frade, 2005).

A pesar de que los tres parásitos intestinales encontrados en este estudio fueron parásitos comensales, en algunos casos se les han asociado a cierta sintomatología. No resultaría extraño pensar que la presencia de estos comensales en el tracto gastrointestinal puede predisponer a la infección con otros enteropatógenos y facilitar las infecciones secundarias (Gomila, Toledo, y Sanchis, 2011). Así mismo, los alimentos contaminados con parásitos comensales pudieron también haber estado expuestos a microorganismos patógenos (Soberanis, 2010).

En la Tabla No. 3 se puede observar que de las 116 muestras se obtuvo un 39.66% de muestras contaminadas. El 26.72% correspondió a fresas y el 12.94% a moras, siendo la fresa la fruta más contaminada. Encontrar una mayor frecuencia de contaminación en fresas que en moras puede estar relacionado a que la fresa es una planta herbácea que presenta tallos rastreros, estos son de tamaño reducido por lo que su cultivo se da a baja altura (Bardales, 2009) y tiene más contacto con el suelo. A diferencia de la mora, esta es una planta arbustiva su cultivo se da a más altura y es de porte erecto (Castro y Cedras, 2005). En la Tabla No. 4 se puede observar el porcentaje de contaminación de las fresas y moras tomadas individualmente, de las 76 muestras de fresas analizadas el 40.79% presentó contaminación y de las 40 muestras de moras el 37.50% presentó contaminación.

Por otro lado, se realizó una prueba de  $\chi^2$  para determinar si existía o no una asociación entre los parásitos encontrados y las frutas investigadas. Como se puede observar en la Tabla No. 4 se obtuvo un valor de  $p > 0.05$  siendo esto indicativo que no existe una asociación entre los parásitos encontrados y las frutas investigadas.

Lo anterior demuestra que las fresas y moras comercializadas en CENMA presentaron contaminación con parásitos intestinales indicadores de contaminación fecal, lo cual puede

contribuir a la diseminación de enfermedades gastrointestinales. La contaminación de fresas y moras se puede relacionar a que en Guatemala no es obligatorio la implementación y ejecución de las buenas prácticas agrícolas, las cuales contribuyen a reducir los riesgos de contaminación de los cultivos, sumado a ello no existe un control en la cadena del transporte, almacenaje, y sanitización de manos de los vendedores previo a la manipulación de los frutas y verduras.

Por lo tanto, es necesaria la implementación de las buenas prácticas de agricultura, transporte y almacenaje. Así mismo, es importante promover la higiene de los vendedores en los puestos de mercado, ya que estudios han demostrado que existe una relación entre la inadecuada manipulación de alimentos y las enfermedades transmitidas por alimentos contaminadas (Lozano, 2009).

Debido a que las fresas y moras son alimentos que se consumen crudos sin pasar por ningún proceso de desinfección es importante realizar el lavado y desinfección de estos antes de su ingesta evitando así las enfermedades relacionadas. Estos estudios son de suma importancia ya que las instituciones responsables deben tomar las acciones necesarias para evitar la contaminación de los alimentos, y poder evitar así los problemas de salud causadas por la ingesta de alimentos contaminados.

## X. CONCLUSIONES

1. Las fresas y moras comercializadas en CENMA presentaron un 39.66% de contaminación con parásitos intestinales.
2. Las fresas y moras comercializadas en CENMA presentaron contaminación con parásitos intestinales, siendo *B. hominis* el más frecuente con un 39.66%, seguido de *E. coli* y *E. nana* con un 0.86%.
3. La fruta que presentó mayor contaminación con parásitos intestinales fue la fresa con un 26.72%.
4. Los parásitos intestinales no presentaron una asociación con las frutas investigadas.

## **XI. RECOMENDACIONES**

1. Realizar estudios sobre las prácticas agrícolas en los cultivos y correlacionar con la contaminación de los alimentos.
2. Realizar estudios sobre la higiene personal de los vendedores en los mercados y correlacionar con la contaminación de los alimentos.
3. Fomentar las buenas prácticas de agricultura (BPA) y las buenas prácticas de higiene (BPH) a los agricultores y vendedores de los mercados para lograr disminuir la contaminación de los alimentos.
4. Lavar y desinfectar los alimentos que se consumen crudos antes de su consumo para evitar las enfermedades transmitidas por alimentos contaminados.

## XII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Administración de Medicamentos y Alimentos (FDA). (2002). Mejorando la Seguridad y Calidad de Frutas y Hortalizas Frescas: Manual de Formación para Instructores. Recuperado de: [http://www.fao.org/ag/agn/cdfruits\\_es/others/docs/maryland\\_manual.pdf](http://www.fao.org/ag/agn/cdfruits_es/others/docs/maryland_manual.pdf).
- Administración de Medicamentos y Alimentos (FDA). (2003). Case Study: Guatemalan Raspberries and *Cyclospora*. Recuperado de: <https://core.ac.uk/download/pdf/6289212.pdf>.
- Alvarado, H. (2011). Programa de seguridad e higiene ocupacional en la Central de Mayoreo CENMA (Tesis de Grado). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, Guatemala.
- Bardales, W. (2009). Fenología y evaluación del rendimiento de variedades de fresa (*Fragaria x ananassa Duch.*) y servicios de desarrollo rural realizados en Santa Apolonia, Chimaltenango (Tesis de Grado). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, Guatemala.
- Cabello, R (2007). Microbiología y parasitología humana. Ciudad de México: Médica Panamericana.
- Caiza, B. y Caiza, C. (2019). Determinación de parásitos intestinales humanos transmitidos por frutas y verduras. San Andrés. Chimborazo, 2019 (Tesis de Grado). Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
- Calvo, M., Carazo, M., Arias, M., Chaves, C., Monge, R. y Chinchilla, M. (2004). Prevalencia de *Cyclospora* sp., *Cryptosporidium* sp., microsporidos y determinación de coliformes fecales en frutas y vegetales frescos de consumo crudo en Costa Rica. *ALAN* 54(5), 428-432.

- Camargo, N. y Campuzano, S. (2006). Estudio piloto de detección de parásitos en frutas y hortalizas expandidas en los mercados públicos y privados de la ciudad de Bogotá D.C. *NOVA*, 4(5), 77-81.
- Cano, M. (2015). Evaluación de un sistema de producción de fresa bajo condiciones controladas; Chiantla, Huehuetenango (Tesis de Grado). Universidad Rafael Landívar, Guatemala, Guatemala.
- Castillo, A. (2009). Introducción a las buenas prácticas agrícolas y de manufactura para la pequeña agricultura. Recuperado de: [https://www.accioncontraelhambre.org/sites/default/files/documents/manual\\_bpa\\_bpm\\_para\\_la\\_pequena\\_agricultura5.pdf](https://www.accioncontraelhambre.org/sites/default/files/documents/manual_bpa_bpm_para_la_pequena_agricultura5.pdf)
- Castro, J. y Cerdas, M. (2005). Mora (*Rubus* spp) cultivo y manejo poscosecha. Recuperado de: <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F01-8862.pdf>.
- Carillo, K. (2013) Exportación de frutas y verduras producidas en los municipios de San Juan Comalapa, San José Poaquil y Tecpán departamento de Chimaltenango y su impacto en el desarrollo socioeconómico en el período 2006-2011 (Tesis de Grado). Universidad San Carlos de Guatemala, Guatemala, Guatemala.
- Centro para el Control y Prevención de Enfermedades (CDC). (2015). Parasites-Nonpathogenic (Harmless) Intestinal Protozoa. Recuperado de: <https://www.cdc.gov/parasites/nonpathprotozoa/biology.html>.
- Chocooj, K. y Salguero, K. (2018). Determinación de la presencia de parásitos intestinales en frutas listas para su consumo que se expenden en tres mercados y calles del municipio de Mixco (Tesis de Grado). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, Guatemala.
- Cisneros, C., Mayoraga, E. y Vargas, K. (2019). Parásitos intestinales en diferentes hortalizas para consumo crudo expandidas en cuatro tramos del mercado Mayoreo de la ciudad de

- Managua, en el periodo Septiembre-Noviembre del 2018 (Tesis de Grado). Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Nicaragua, Managua.
- Coco, V., Molina N., Basualdo, J. y Córdoba, M. (2016). *Blastocystis* spp.: avances, controversias y desafíos futuros. *Revista Argentina Microbiología*, 49(1), 110-118.
- Conde, F. (2004). Evaluación de dos fechas y tres alturas de poda en función del rendimiento y rentabilidad de mora (*Rubus* sp.) en la comunidad Chotacaj, San Antonio Ilotenango, el Quiche (Tesis de Grado). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, Guatemala.
- Correa, M. (2012). Utilización de fermentos lácticos obtenidos a partir de kefir para evaluar su capacidad antagónica in vivo frente al protozooario intestinal *Giardia intestinalis* (Tesis de Maestría). Universidad Nacional de la Plata, La Plata, Argentina.
- Contreras, B. (2012). Estudio de la contaminación por enteroparásitos de importancia en salud pública en hortalizas expandidas en los mercados del cercado de Tacna (Tesis de Grado). Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Tacna, Perú.
- Da Silva, S., Maldonade, I., Ginani, V., Lima, S., Mendes, V., Azevedo, M., Gurgel-Gonçalves, R. y Machado, E. (2014). Detection of intestinal parasites on field-grown strawberries in the Federal District of Brazil. *Revista da Sociedade de Brasileira de Medicina Tropical*, 47(6), 801-805.
- Dixon, B., Parrington, L., Cook, A., Pollari, F. and Farber, J. (2013). Detection of *Cyclospora*, *Cryptosporidium*, and *Giardia* in Ready-to-Eat Packaged Leafy Greens in Ontario, Canada. *Journal of Food Protection*, 76(2), 307–313.
- Escobar, C. (2013). Rendimiento y calidad de dos variedades de mora; Ciudad Vieja, Sacatepéquez sede regional de Escuintla (Tesis de Grado). Universidad Rafael Landívar, Guatemala, Guatemala.



- Espinosa, M., Alazales, M. y García, A. (2011). Parasitosis intestinal, su relación con factores ambientales en niños del sector "Altos de Milagro", Maracaibo. *Revista Cubana de Medicina General Integral*, 27(3), 396-405.
- Franky, P. (2012). Frutos rojos, diseño a través de los colores de la vitalidad (Tesis de Grado). Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia.
- García, I. (2005). Publicidad para la mora guatemalteca (Tesis de Grado). Universidad del Istmo, Guatemala, Guatemala.
- García, M. (2015). Espárragos (*Asparagus officinalis*) como vector de transmisión de parásitos intestinales: estudio piloto (Tesis de Maestría). Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C., Ciudad de México, México.
- Gállego, J. (2007). Manual de Parasitología. Morfología y biología de los parásitos de interés sanitario. España: Publicaciones y Ediciones de la Universidad de Barcelona.
- Gil, T. (2009). Parasitosis intestinal, estudio descriptivo realizado en 459 pacientes de ambos sexos atendidos en el Centro de Salud Santa Elena III, zona 18. (Tesis de Grado). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, Guatemala.
- Gomila, B., Toledo, R. y Sanchis, J. (2011). Amebas intestinales no patógenas: una visión clinicoanalítica. *Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica*, 29(3), 20-28.
- Grupo PAF. (s.f). Cultivo de fresas en Guatemala. Recuperado de: <https://www.grupo-paf.com/articulo?r=cultivo-de-fresas-en-guatemala>.
- Guerrero, J. (2015). Enteroparásitos y factores de riesgo relacionados en frutas y hortalizas de los expendios públicos y privados de la ciudad de Cartagena (Tesis de Grado). Universidad de San Buenaventura, Bogotá, Colombia.

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). (2017). Manual de Buenas Prácticas Agrícolas y de Producción para el Cultivo de la fresa. Recuperado de: <http://repositorio.iica.int/bitstream/11324/2932/1/BVE17058869e.pdf>.

Instituto Nacional de Estadística (INE). (2015). Republica de Guatemala: Encuesta Nacional de condiciones de vida 2014. Recuperado de: <https://www.ine.gob.gt/sistema/uploads/2015/12/11/vjNVdb4IZswOj0ZtuivPIcaAXet8LZqZ.pdf>

López, C. (2017). Determinación de parásitos intestinales y coccidios en niños de 6-12 años de la escuela oficial urbana mixta de San Antonio Aguas Calientes, Sacatepéquez (Tesis de Grado). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, Guatemala.

Lozano, S. (2009). Parasitosis de transmisión directa en personal manipulador de alimentos bajo un programa de salud ocupacional en el Distrito de Santa Marta durante el año 2006. *Revista de la Facultad de Ciencias de la Salud*, 6(2), 112-117.

Martínez, R. (2011). Determinación de parásitos intestinales en ensaladas crudas preparadas en varios hospitales de la ciudad de Guatemala (Tesis de Grado). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, Guatemala.

Medina C., Mellado M., M. García, H., Piñeiro, R. y Fontelos, P. (s.f). Parasitosis intestinal. Recuperado de: [https://www.aeped.es/sites/default/files/documentos/parasitosis\\_0.pdf](https://www.aeped.es/sites/default/files/documentos/parasitosis_0.pdf).

Mejía, J. (2014). Buenas prácticas de agricultura para la producción de maíz en la finca San José, Trapiche, en el municipio de Chuarrancho, del departamento de Guatemala (Tesis de Grado). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, Guatemala.

Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación. (2017). Ficha de mercado: Fresa. Recuperado de: <https://precios.maga.gob.gt/archivos/fichas/Fresa%20de%20Primera%20Mayorista.pdf>

Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social Dirección de Regulación. (2008). Manual de procedimientos de bioseguridad para los laboratorios clínicos. Recuperado de: [http://asp.salud.gob.sv/regulacion/pdf/manual/Manual\\_bioseguridad\\_lab\\_clinicos.pdf](http://asp.salud.gob.sv/regulacion/pdf/manual/Manual_bioseguridad_lab_clinicos.pdf)

Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. (2017). Protocolos de Vigilancia Epidemiológica Enfermedades Transmitidas por Agua y Alimentos. Recuperado de: <http://epidemiologia.mspas.gob.gt/files/Publicaciones%202018/Protocolos/Enfermedades%20Transmitidas%20por%20Agua%20y%20Alimentos.pdf>

Molina, N. (2009). Epidemiología molecular de *Giardia lamblia* en comunidades urbanas y rurales de Buenos Aires y Mendoza, Argentina (Tesis de Posgrado). Universidad Nacional de la Plata, La Plata, Argentina.

Mujo, P. (2014). Prevalencia de parásitos intestinales en niños entre 2 y 5 años, Pasac/xejuyup, Nahualá, Sololá, Guatemala, septiembre 2014 (Tesis de Grado). Universidad Rafael Landívar, Guatemala, Guatemala.

Municipalidad de Guatemala. (2021). La Central de Mayoreo -CENMA- abasteciendo a la ciudad. Recuperado de: <http://www.muniguate.com/blog/2020/04/02/la-central-de-mayoreo-cenma-abasteciendo-a-la-ciudad/>.

Muñoz, V. y Frade, C. (2005). *Blastocystis hominis*: parásito enigmático. *Cuadernos del Hospital de Clínicas*, 50(1), 79-87.

Navone, T., Zonta, L., Cociancic, P., Garraza, M., Gamboa, M., Giambelluca L., Dahinten, S. y Oyhenart, E. (2017). Estudio transversal de las parasitosis intestinales en poblaciones infantiles de Argentina. *Revista Panamericana de Salud Pública*, 41(24), 1-9.

Ochoa, J. y Selva, J. (2008). Detección de Parásitos Intestinales para el humano y Enterobacterias en verduras distribuidas en los mercados Santos Barcenás (La Estación) y el mercado la

Terminal buses de la Ciudad de León en el período de Mayo a Octubre de 2007 (Tesis de Grado). Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Nicaragua, Nicaragua.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2017). Código de prácticas de higiene para las frutas y hortalizas frescas. Recuperado de: [http://www.fao.org/faowhocodexalimentarius/shroxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCXC%2B53-2003%252FCXC\\_053s.pdf](http://www.fao.org/faowhocodexalimentarius/shroxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCXC%2B53-2003%252FCXC_053s.pdf).

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2009). Enfermedades transmitidas por alimentos y su impacto socioeconómico: Estudios de caso en Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras y Nicaragua. Recuperado de: <http://www.fao.org/3/a-i0480s.pdf>.

Organización Mundial de la Salud (OMS). (2007). Manual sobre las cinco claves para la inocuidad de los alimentos. Recuperado de: [https://www.who.int/foodsafety/publications/consumer/manual\\_keys\\_es.pdf?ua=1](https://www.who.int/foodsafety/publications/consumer/manual_keys_es.pdf?ua=1)

Organización Mundial de la Salud (OMS). (2015). Informe de la OMS señala que los niños menores de 5 años representan casi un tercio de las muertes por enfermedades de transmisión alimentaria. Recuperado de: <https://www.who.int/es/news-room/detail/03-12-2015-who-s-first-ever-global-estimates-of-foodborne-diseases-find-children-under-5account-for-almost-one-third-of-deaths>.

Organización Mundial de la Salud (OMS). (2017). Inocuidad de alimentos. Recuperado de: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/food-safety>.

Organización Panamericana de la Salud (OPS). (2019). OPS/OMS dona 3 millones de tabletas desparasitantes para los niños de Guatemala. Recuperado de: [https://www.paho.org/gut/index.php?option=com\\_content&view=article&id=1196:ops-oms-dona-3-millones-de-tabletas-des-parasitante-para-los-ninos-de-guatemala&Itemid=441](https://www.paho.org/gut/index.php?option=com_content&view=article&id=1196:ops-oms-dona-3-millones-de-tabletas-des-parasitante-para-los-ninos-de-guatemala&Itemid=441).

- Ortiz, C. (2017). Parásitos y medio ambiente (Tesis de Grado). Universidad de Sevilla, España.
- Piedrasanta, E. (2003). Determinación de la influencia de dos detergentes en la recuperación de ooquistes de *Cyclospora cayetanensis* de vegetales y frutas contaminadas experimentalmente en el laboratorio (Tesis de Grado). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, Guatemala.
- Red de Buenas Prácticas de Agricultura (BPA). (2015.) Buenas prácticas agrícolas: Lineamientos básicos. Recuperado de: <https://www.casafe.org/pdf/2015/BUENAS-PRACTICAS>.
- Rivas, L. (2004). Presencia de parásitos intestinales en hortalizas que se consumen crudas, expandidas en el mercado central de la ciudad de Guatemala (Tesis de Grado). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, Guatemala.
- Rivas, M. (2017). Caracterización de la calidad del agua para riego de cultivos y sus posibles tratamientos en el municipio San Martín Jilotepeque, departamento de Chimaltenango (Tesis de Grado). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, Guatemala.
- Rivera, T. y Tsuji, O. (2009). Giardiasis. La parasitosis más frecuente a nivel mundial. México. *Revista del Centro de Investigación, Universidad La Salle*, 8(31), 75-90.
- Rodríguez, A. (2005). Determinación de *Escherichia coli* en ensaladas a base de lechuga preparadas en restaurantes de comida rápida (Tesis de Grado). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, Guatemala.
- Rodríguez, J. y Royo, G. (s.f). *Cryptosporidium* y *cryptosporidiosis*. España: Universidad Miguel Hernández.
- Rodríguez, M., Muñoz, P., Valerio, M., Bouza, E., Martín-Rabadán, P. y Anaya, F. (2010). Infección por *Cryptosporidium parvum* en un receptor de trasplante renal. *Revista NefroPlus*, 30(4), 476-477.

- Rosales, I. (2011). Determinación de parásitos intestinales en ensaladas crudas preparadas en varios hospitales de la ciudad de Guatemala (Tesis de Grado). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, Guatemala.
- Salcedo, D., Castillo, C. y Campos, C. (2019). Contaminación parasítica de hortalizas de consumo humano expendidas en mercaos de Trujillo, Perú (Tesis de Grado). Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, Perú.
- Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural. (2014). Manual del Cultivo de Técnico Fresa Buenas Prácticas Agrícolas. Recuperado de: [https://conectarural.org/sitio/sites/default/files/documentos/fresa%20BPA\\_1.pdf](https://conectarural.org/sitio/sites/default/files/documentos/fresa%20BPA_1.pdf)
- Sirín, R. (2018). Mejoramiento del manejo poscosecha de la Agroexportadora Ulises Global, S. A. Zaragoza, Chimaltenango (Tesis de Grado). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, Guatemala.
- Sistema de Información Gerencial de Salud. (2020). Morbilidad: 20 primeras causas de morbilidad. Recuperado de: <https://sigsa.mspas.gob.gt/datos-de-salud/morbilidad/principales-causas-de-morbilidad>.
- Soberanis, N. (2010). Determinación de la presencia de protozoos comensales y su asociación con signos y síntomas gastrointestinales en una población de estudiantes de 1ero. Básico del establecimiento Belén (Tesis de Grado). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, Guatemala.
- Sunun, V., Monroy, A., Puac, F. y Marroquín, D. (2017). Parasitosis intestinal en niños de seis meses a dos años de edad, Estudio transversal realizado en los distritos de salud de: Jalapa, Monjas, San Carlos Alzatate y San Manuel Chaparrón del departamento de Jalapa (Tesis de Grado). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, Guatemala.

Traviezo, L., Dávila, J., Rodríguez, R., Pedromo, O. y Pérez, J. (2004). Contaminación enteroparasitaria de lechugas expandidas en mercados del estado Lara, Venezuela. *Parasitología Latinoamericana*, 59(3), 167 – 170.

Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). (2017). Ascariasis. Recuperado de: <http://www.facmed.unam.mx/deptos/microbiologia/parasitologia/ascariosis.html>.

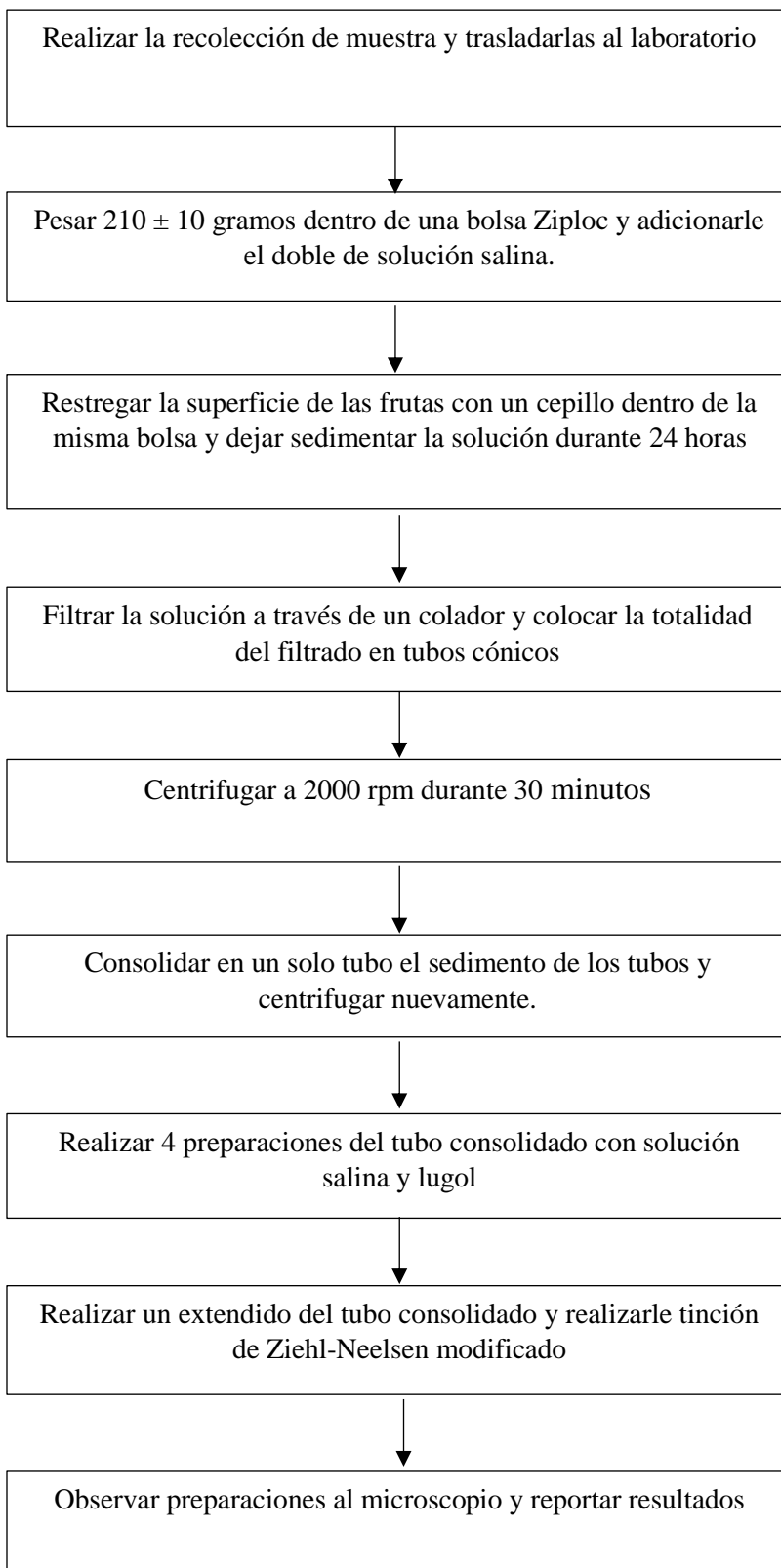
Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). (2018). Criptosporidiosis. Recuperado de: <http://www.facmed.unam.mx/deptos/microbiologia/parasitologia/criptosporidiasis.html>.

Urzúa, F. (2008). Determinación de la eficacia de la planta de tratamiento de agua residual de Estanzuela, Zacapa (Tesis de Grado). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, Guatemala.

Vásquez, L. y Sazo, H. (2009). Análisis de la situación de las enfermedades transmitidas por alimentos y agua” en los departamentos de San Marcos y Huehuetenango (Tesis de Grado). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, Guatemala.

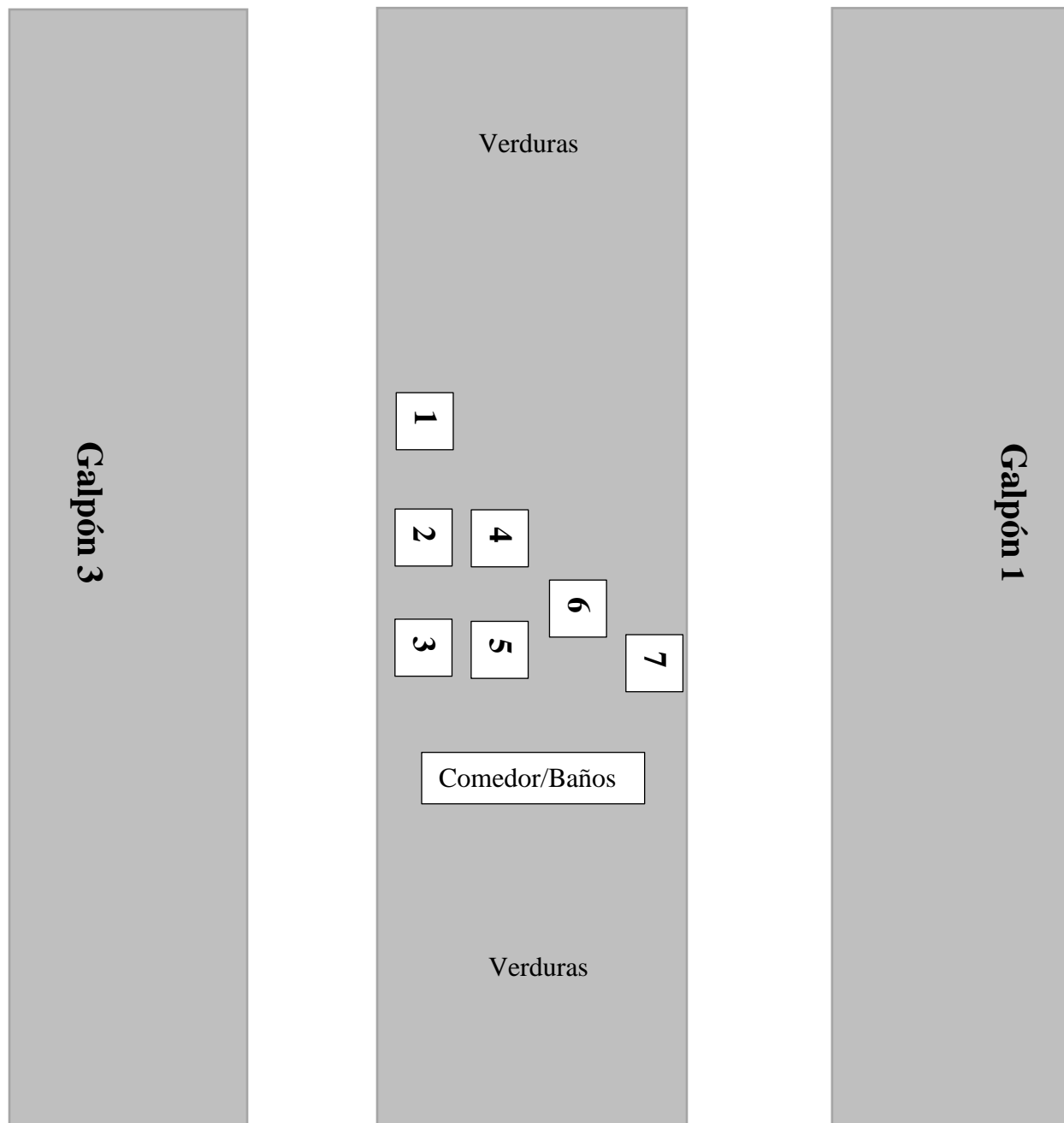
### XIII. ANEXOS

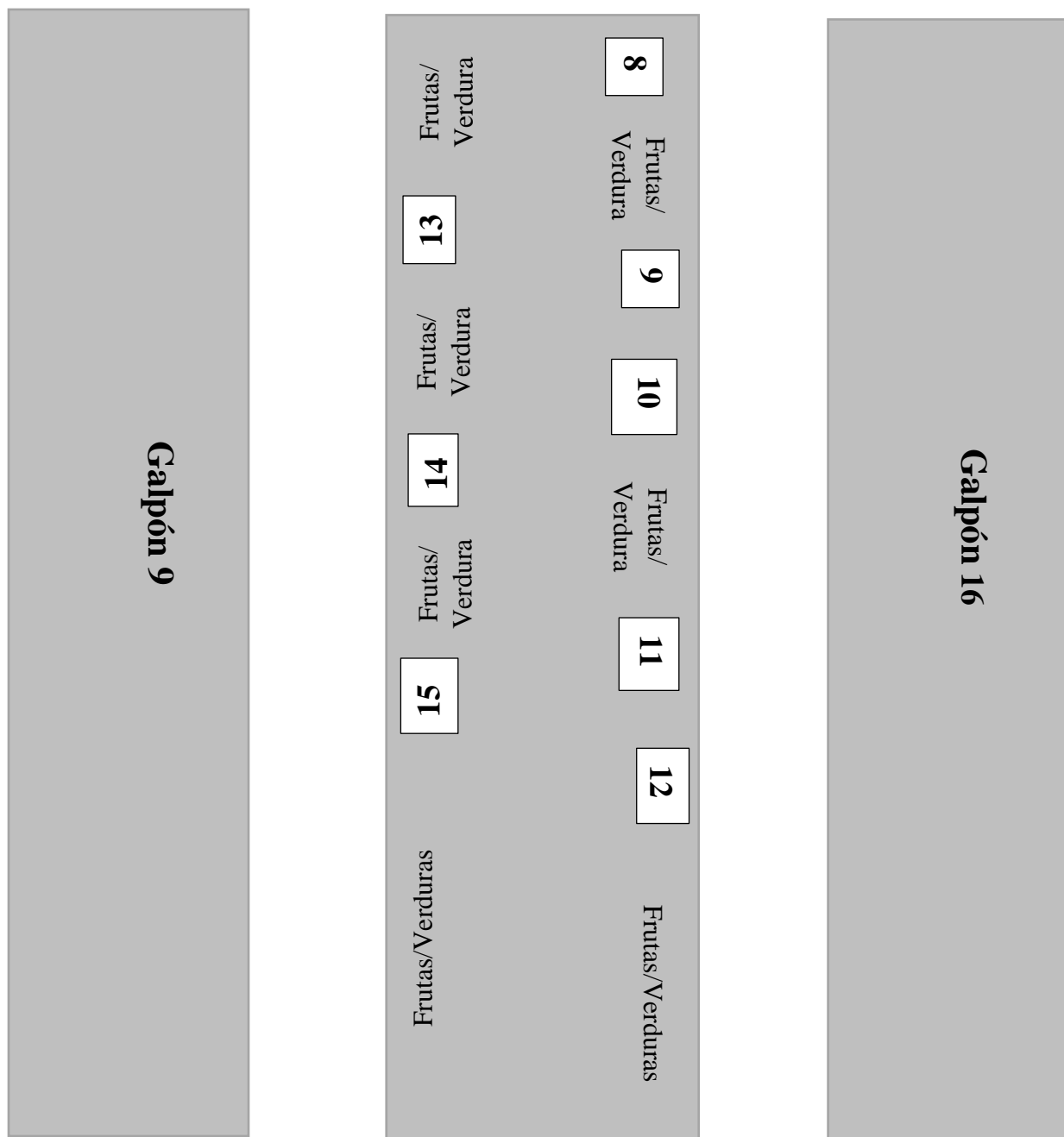
#### Anexo 1. Diagrama de flujo del procesamiento de muestras

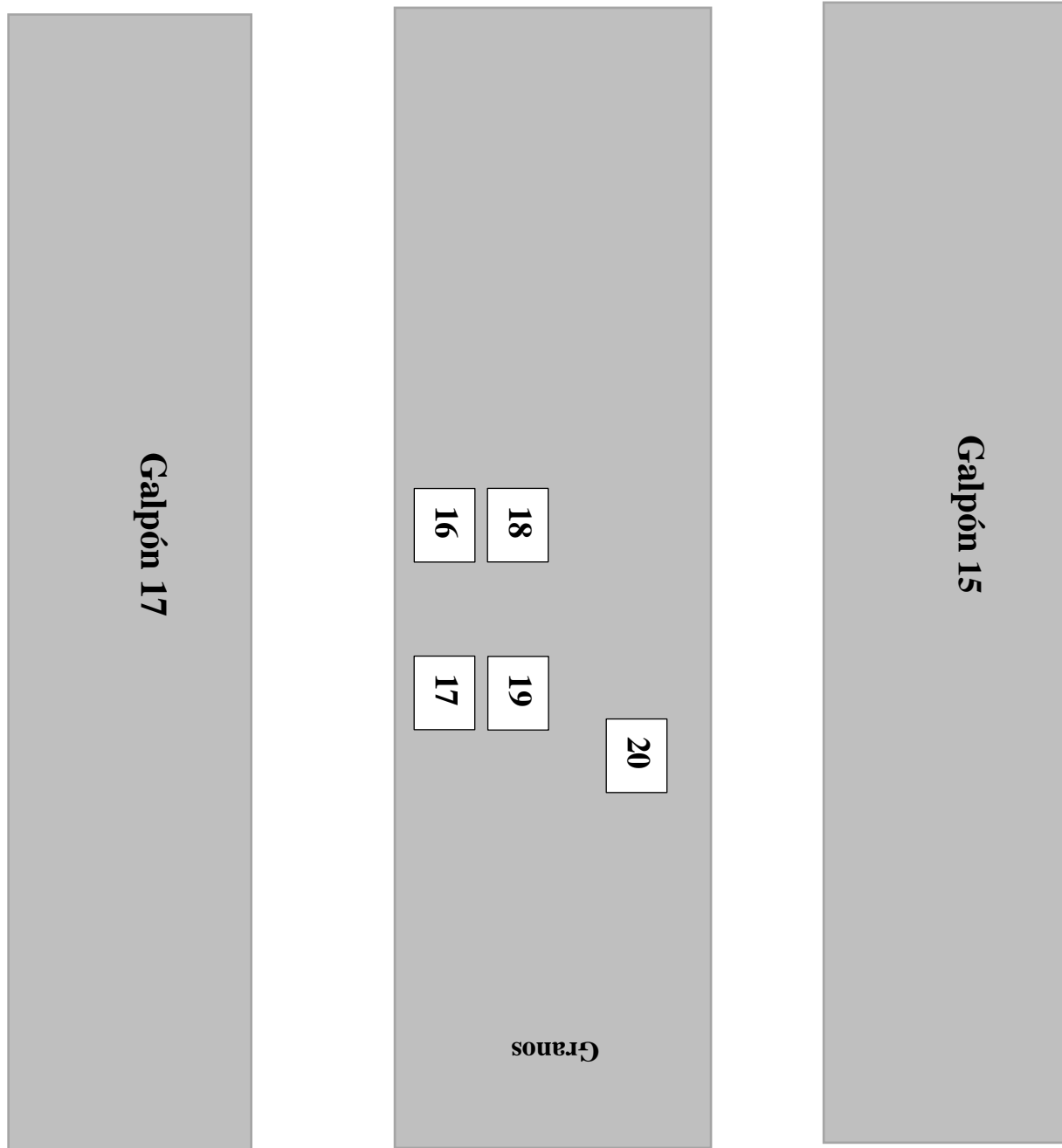




Anexo 2. Esquema los puntos de muestreo en el galpón No. 2 de CENMA



**Anexo 3 Esquema de los puntos de muestreo en el galón No. 15 de CENMA**

**Anexo 4. Esquema de puntos de muestreo en el galpón No. 16 de CENMA**

### Anexo 5. Camiones para el transporte de frutas y verduras en CENMA



Fuente: Fotografías tomadas durante el muestreo de fresas y moras en CENMA.

### Anexo 6. Cajas contenedoras de fresa en CENMA



### Anexo 7. Almacenamiento de productos en CENMA



Fuente: Fotografías tomadas durante el muestreo de fresas y moras en CENMA.

### Anexo 8. Manipulación de fresas por lo vendedores



Fuente: Fotografías tomadas durante el muestreo de fresas y moras en CENMA.

Elisa María Reyna Gutiérrez  
Autora

M.Sc. Martín Néstor Fernando Gil Carrera  
Asesor

M.Sc. Sergio Alfredo Lickes  
Revisor

MSc. Osberth Isaac Morales Esquivel  
DIRECTOR

M.A. Pablo Ernesto Oliva Soto  
DECANO