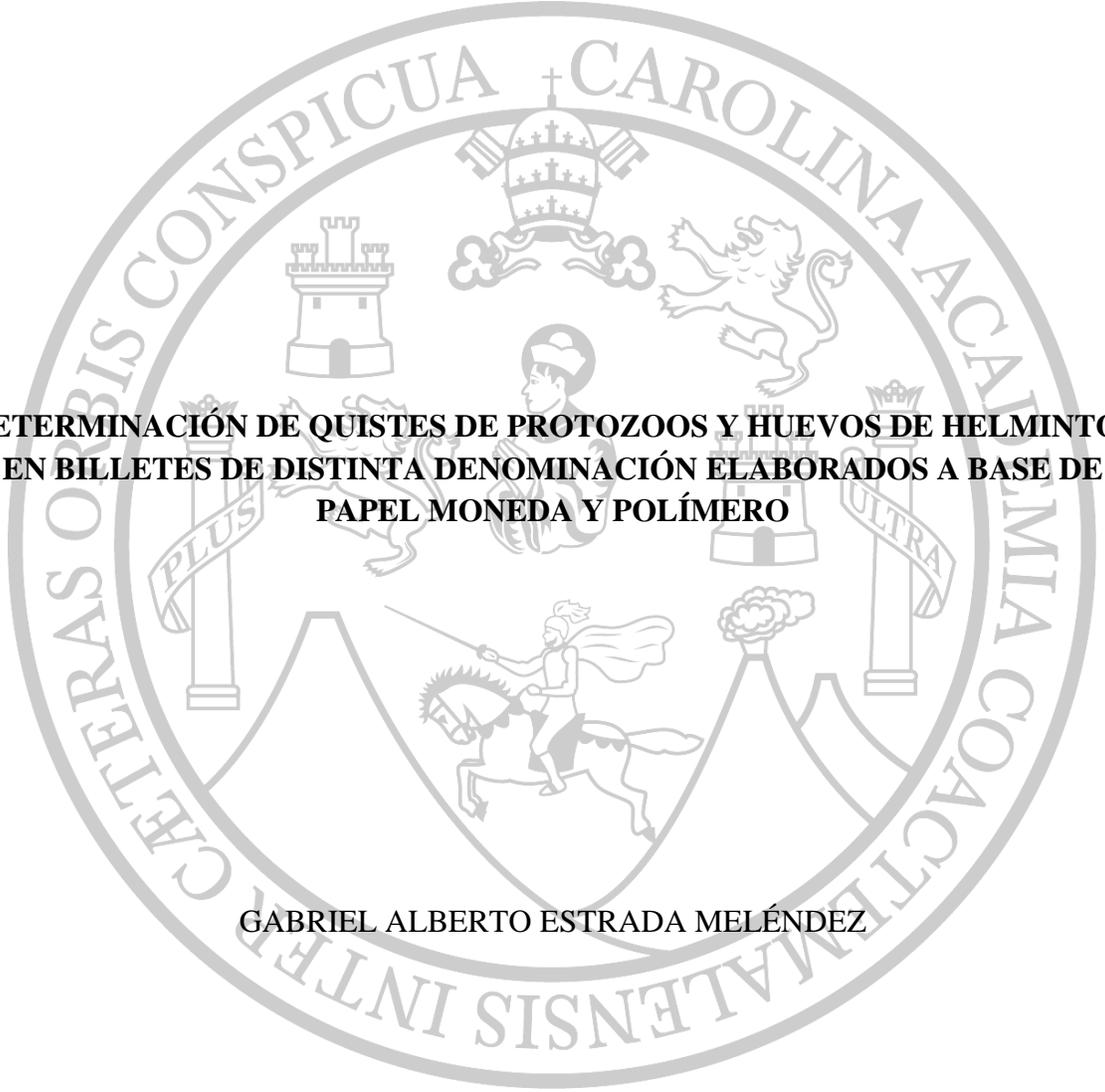


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA



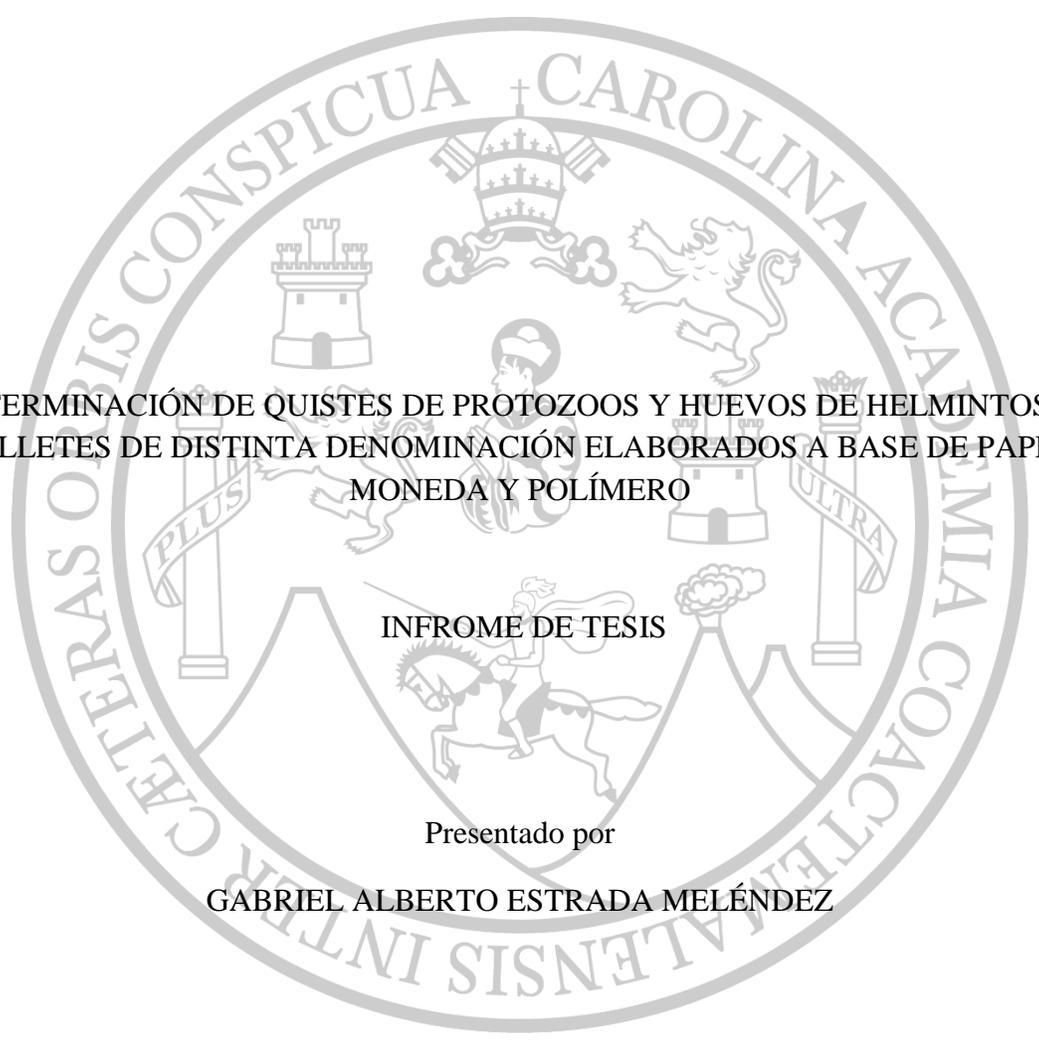
**DETERMINACIÓN DE QUISTES DE PROTOZOOS Y HUEVOS DE HELMINTOS
EN BILLETES DE DISTINTA DENOMINACIÓN ELABORADOS A BASE DE
PAPEL MONEDA Y POLÍMERO**

GABRIEL ALBERTO ESTRADA MELÉNDEZ

QUÍMICO BIÓLOGO

Guatemala, septiembre de 2021

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

The seal of the University of San Carlos of Guatemala is a large, circular emblem in the background. It features a central figure of a man on horseback, surrounded by various symbols including a castle, a lion, and a cross. The text 'UNIVERSITAS CAROLINA ACADÉMICA COACTEMALENSIS' is written around the perimeter, and 'CETTERAS OBIS CONSPICUA' is at the top. Two banners with the words 'PLUS' and 'ULTRA' are also visible.

DETERMINACIÓN DE QUISTES DE PROTOZOOS Y HUEVOS DE HELMINTOS EN
BILLETES DE DISTINTA DENOMINACIÓN ELABORADOS A BASE DE PAPEL
MONEDA Y POLÍMERO

INFOME DE TESIS

Presentado por

GABRIEL ALBERTO ESTRADA MELÉNDEZ

Para optar al título de
QUÍMICO BIÓLOGO

Guatemala, septiembre de 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

INDICE

I. RESUMEN	1
II. INTRODUCCIÓN	3
III. ANTECEDENTES	4
IV. JUSTIFICACIÓN	25
V. OBJETIVOS	26
VI. HIPOTESIS	27
VII. MÉTODOS	28
VIII. RESULTADOS	32
X. DISCUSIÓN	34
X. CONCLUSIONES	37
XI. RECOMENDACIONES	38
XII. REFERENCIAS	39

I. RESUMEN

Las parasitosis gastrointestinales son enfermedades transmitidas por la ingesta de huevos de helmintos o quistes de protozoos, que se puedan encontrar en agua, alimentos, manos u objetos inanimados contaminados con residuos fecales; en este último podemos incluir los billetes, ya que al tener una elevada manipulación pueden representar una fuente de contaminación, por lo que es importante determinar la contaminación parasitaria presente en los billetes de distinta denominación que circulan en nuestro país.

En el presente estudio se determinó la presencia de quistes de protozoos y huevos de helmintos en billetes elaborados a base de papel moneda y polímero. También se relacionó las variables condición física y año de emisión con la presencia de éstos parásitos mediante la prueba de Chi cuadrado.

La muestra se obtuvo en el mercado municipal “La Terminal” Chimaltenango, Chimaltenango y estuvo conformada por un total 576 billetes, 96 billetes de 6 de 7 denominaciones que se manejan en el país, (Q1, Q5, Q10, Q20, Q50 y Q100), de los cuales 192 elaborados a base de polímero (Q1 y Q5) y 384 elaborados a base de papel moneda (Q10, Q20, Q50 y Q100). Cada billete fue sumergido en solución salina y frotado por ambas caras con un hisopo estéril, la solución resultante del lavado fue sometida a centrifugación de la cual se descartó el sobrenadante y el sedimento fue colocado en un portaobjetos con una gota de lugol y observado al microscopio.

Se logró establecer que los billetes de distinta denominación presentaron un 18.75% de contaminación por quistes de protozoos y huevos de helmintos. Así como que los billetes de polímero de distinta denominación presentaron menor contaminación por quistes de protozoos y huevos de helmintos (11.97%) que los billetes a base de papel moneda (22.13%). Además que la relación entre la condición física de los billetes, así como fecha de emisión de los mismos y la presencia de quistes de protozoos y huevos de helmintos fue estadísticamente significativa ($P=0.01$) y ($P=0.0010$) respectivamente.

Por lo que es importante que las autoridades municipales requieran a los manipuladores de alimentos que cumplan con normas básicas de higiene como el lavado de manos constante, no manejar billetes y alimentos al mismo tiempo, para evitar fuentes probables de parásitos intestinales. Es importante también realizar más estudios para identificar otros microorganismos infecciosos causantes de enfermedades gastrointestinales.

II. INTRODUCCIÓN

Los protozoos y helmintos son organismos que viven en estrecha relación con humanos y animales siendo los agentes causales de las enfermedades denominadas parasitosis, estas son más frecuentes en países ubicados en zonas tropicales (Llop, 2001) como Guatemala y afectan especialmente a grupos de bajo nivel socioeconómico, lo que constituye un problema de salud pública, ya que la Organización Mundial de la Salud (OMS) estima que 2 mil millones de personas en todo el mundo padecen estas enfermedades (Organización Panamericana de la Salud, s.f.).

La transmisión ocurre debido a un mecanismo oral pasivo de la ingesta de quistes de protozoos y huevos de helmintos por medio de agua, alimentos, manos u objetos inanimados contaminados con residuos fecales (Cortez et al, 2008). Ya que estos poseen una gran resistencia a los factores ambientales, permanecen viables durante mucho tiempo y pueden adherirse a diversos objetos (Berenguer, 2007), como los billetes que son manipulados por muchas personas en la adquisición de bienes y servicios, por lo que puede actuar como un vehículo probable en la transmisión de estas formas parasitarias, aumentando la probabilidad de infección debido al manejo simultáneo de alimentos y dinero por vendedores (Morales, Cazorla, Antequera, Navas y Acosta, 2014).

Los objetivos de este estudio fueron determinar la presencia de quistes de protozoos y huevos de helmintos en los billetes que circulan en el mercado municipal “La Terminal” de Chimaltenango y establecer que material de elaboración presenta menor contaminación parasitaria, además relacionar la condición física y año de emisión con la característica presencia de parásitos.

Al determinar el grado de contaminación se puede sugerir la implementación de programas educativos para el manejo y uso apropiado de los billetes a toda la población expuesta, en especial a los individuos que manipulan alimentos y billetes simultáneamente para evitar la contaminación cruzada (Morales, Cazorla, Antequera, Navas y Acosta, 2014).

III. ANTECEDENTES

A. Tipos de hospedadores

Los hospederos pueden ser vertebrados o invertebrados siendo estos los organismos que aportan los elementos nutritivos y protección para el desarrollo del parásito (Llop, 2001), los cuales se clasifican en:

1. Hospedador definitivo

Alberga la etapa adulta o fase del parásito en que desarrolla su ciclo de reproducción sexual y realiza un recorrido específico afectando a uno o varios órganos, pudiendo clasificarse según el tipo de parásito y la afectación que provoquen en los distintos órganos y sistemas (Negroni, 2009).

2. Hospedador intermedio

Estos se encuentran en el hospedero durante algún período o fase de su ciclo biológico, pero tienen otras fases de vida libre y que se activan en el medio externo (Berenguer, 2007).

3. Hospedador paraténico

Son parásitos que se llegan a establecer en hospederos que no son habituales y que no experimenta ninguna evolución, pero se mantiene vital para luego poder acceder al hospedero definitivo (Cruz y Camango, 2001).

4. Hospedador normal

Son aquellos en los que los parásitos evolucionan de una etapa del ciclo a otra (Negroni, 2009).

5. Hospedador vicariante

No habitual para determinado parásito, pero que podría comportarse como normal o habitual (Negroni, 2009).

B. Asociaciones Biológicas

Las asociaciones que se establecen entre dos seres vivos son:

1. Simbiosis

Es la asociación con intercambio de beneficios entre los asociados, en el que ambos son incapaces en condiciones naturales de vivir independientemente (Cruz y Camango, 2001; Negróni, 2009).

2. Mutualismo

Esta asociación interespecífica no es estrictamente necesaria para la supervivencia, aunque mejora su aptitud biológica en donde ambos asociados resultan beneficiados y este beneficio a su vez puede ser ecológico, trófico o mixto (Berenguer, 2007).

3. Comensalismo

Esta asociación carece de obligatoriedad y el beneficio es unilateral, ya que el comensal es quien obtiene protección, alojamiento y se nutre del hospedero, ésta no es ventajosa ni perjudicial, si no indiferente para el hospedero (Berenguer, 2007).

4. Parasitismo

Son organismos que viven y se nutren de su hospedero durante toda o parte de su vida, sin dar ninguna compensación a cambio al hospedero y pueden ocasionar daños o enfermedades (Cruz y Camango, 2001).

C. Ciclo biológico

Es el proceso de transformación o estadíos que realiza un parásito para poder llegar al hospedero, desarrollarse en él y producir formas infectantes que aseguran la supervivencia de la propia especie (Berenguer, 2007).

El ciclo de vida más simple es aquel que permite a los parásitos dividirse en el interior de su hospedero, aumentar su número y al mismo tiempo producir formas que salgan al exterior para infectar a nuevos hospederos, este ciclo existe principalmente en los protozoos (Llop, 2001).

En los helmintos se presentan otros tipos de ciclos que requieren la salida de huevos o larvas, que en circunstancias adecuadas de temperatura y humedad llegan a ser infectantes en el exterior (Llop, 2001). En ciclos más complicados existen hospederos intermediarios en los cuales las formas larvarias crecen o se multiplican antes de pasar a los hospederos definitivos (Berenguer, 2007).

Los ciclos biológicos comprenden dos tipos básicos:

- *Ciclo directo*: Estos son parásitos monoxenos, ya que necesitan únicamente de un hospedero, en algunos parásitos las fases expulsadas por el hospedero requieren de su permanencia en el ambiente bajo ciertas condiciones ecológicas para que puedan convertirse en infectantes. En términos de epidemiología, la propagación ocurre directamente de un hospedero infectado a uno sano (Calderon, 2004).
- *Ciclo indirecto*: Este tipo de parásitos son heteroxenos ya que requieren de por lo menos dos hospederos de especies diferentes para que el organismo pueda pasar por todas las fases que conforman su ciclo vital. Alcanzándose la forma adulta o reproducción sexual en uno de los hospederos (Calderon, 2004).

D. Características de las parasitosis

Las enfermedades que son causadas por protozoos y por helmintos se denominan parasitosis, la mayoría de evolución lenta por lo que se les denominadas crónicas. Son generalmente más frecuentes en los países que se ubican en zonas tropicales o subtropicales, afectando especialmente a grupos de bajo nivel socioeconómico como también a las personas con tratamientos inmunosupresores, lo que constituye un problema de salud pública, debido a su elevada prevalencia y distribución universal. La Organización Mundial de la Salud (OMS) estima que 2 mil millones de personas en todo el mundo están infectadas por parásitos intestinales (Cortez, Estrada, Areas y Tállez, 2008).

E. Mecanismos de trasmisión

Las parasitosis pueden transmitirse por un mecanismo directo cuando hay contacto de persona a persona o de animal a persona (Negroni, 2009), o por un mecanismo indirecto oral pasivo,

debido a la ingesta de quistes de protozoos y huevos de helmintos, que utilizan como vehículo: el agua, alimentos, manos o fómites contaminadas con residuos fecales, en estas circunstancias el vehículo es la fuente de infección. (Cortez, Estrada, Areas y Tállez, 2008).

Los fómites al ser objetos inanimados, pueden estar contaminados con materia fecal y al entrar en contacto con las personas, podrían actuar como una fuente de infección de algún parásito intestinal y al ser el papel moneda unos de los objetos que se manipulan e intercambian con mayor frecuencia entre los humanos, debido a su naturaleza porosa y condición física lo que permite la adherencia de quistes de protozoos y huevos de helmintos puede representar un vehículo potencial en la transmisión de parásitos intestinales (Morales, Cazorla, Antequera, Navas y Acosta, 2014).

F. Diagnóstico de parásitos intestinales

El diagnóstico de las parasitosis intestinales se realiza utilizando el análisis coprológico que permite la identificación de trofozoitos o quistes de protozoos y de huevos o larvas de helmintos, que son las formas parasitarias que se eliminan en las heces (Fuentes, Gutiérrez, y Gárate, 2010).

La presencia de elementos parasitarios en las heces dependerá de la fase de invasión que cursa el parásito, ya que en ocasiones puede darse un desfase entre las manifestaciones clínicas y coprológicas, por lo que el diagnóstico precoz debe de realizarse por otros métodos. El análisis coprológico no permite el diagnóstico de todas las parasitosis intestinales, debido a que es limitado por las formas biológicas de algunas parasitosis (Martos, Salido y Fernández, 1993). La técnica consiste en la concentración parasitaria, mediante la centrifugación debido a que los parásitos van hacia el fondo y los restos fecales quedan en el sobrenadante (Martos, Salido y Fernández, 1993).

Esta técnica ha sido utilizada en diversos estudios para evidenciar la presencia de parásitos intestinales en el papel moneda con el cual se elaboran los billetes, ya que este material posee fibras de lino y algodón, que le confieren una superficie rugosa y porosa que posibilita el

depósito de formas de resistencia de protozoos y helmintos las cuales pueden suspenderse debido a la fricción ejercida al lavar el papel moneda en solución salina, para luego realizar una posterior concentración y tratar de aumentar la cantidad de microorganismos en el sedimento para favorecer su visualización (Martos, Salido y Fernández, 1993; Morales, Cazorla, Antequera, Navas y Acosta, 2014).

El primer paso es la observación en fresco con solución salina o lugol que permite una visualización inmediata de las formas parasitarias. La utilización de tinciones específicas como la hematoxilina-eosina otrocrómica permiten la observación más detallada de las estructuras parasitarias internas sobre todo en protozoos (Fuentes, Gutiérrez, y Gárate, 2010; López y López, 2003; Morales, Cazorla, Antequera, Navas y Acosta, 2014).

G. Estudios parasitológicos en billetes

Los parásitos intestinales poseen una amplia distribución geográfica y poblacional, que generan la aparición de varias enfermedades, debido a que la población desconoce la importancia de los fómites en la transmisión de éstos (Minine, Janaina, Amorim y Souza, 2015).

En el año 2015 se realizó en Brasil un estudio enfocado en la posible implicación de billetes en la propagación de enfermedades parasitarias en la población de São Mateus, Espírito Santo, determinando que los billetes analizados estaban contaminados por quistes de *Giardia lamblia* (2.22%), *Entamoeba coli* (1.48%), huevos de *Uncinaria* (1.48%), *Ascaris lumbricoides* (0.74%) y *Taenia* sp (0.74%). En este estudio ninguno de los billetes mostró contaminación por más de un parásito y la contaminación se atribuyó a la falta de higiene de la población, mala educación sanitaria y condiciones ambientales favorables para el desarrollo del ciclo de parásitos tales como humedad, temperatura y oxigenación (Minine, Janaina, Amorim y Souza, 2015).

En Nigeria se realizó un estudio determinando la prevalencia de contaminación de billetes elaborados a base de papel y polímero, siendo de 27,5% y 4,6% respectivamente (Ver tabla 1); el menor porcentaje de contaminación de los billetes de polímero podría atribuirse a la naturaleza resbaladiza del material de elaboración que disminuye la adherencia de los quistes y huevos de helmintos. En este estudio también se observó que las denominaciones más bajas presentaron mayor porcentaje de contaminación por formas parasitarias con respecto a las denominaciones más altas, siendo de 52% y 10% respectivamente, y que los parásitos determinados fueron quistes de *Entamoeba histolytica/Entamoeba dispar* (6.5%), y huevos de *A. lumbricoides* (7.5%), *Uncinaria* (4%), *Trichuris trichura* (3.5%) y *Enterovius vermicularis* (2%) (Orji, Esiaka, Anyaegbunam, Obi & Ezeagwuna, D, 2012).

En 1972 se sugiere por primera vez la probabilidad de que los billetes puede actuar como fómite en la transmisión de patógenos, por lo que realizaron un estudio en Pakistán en el 2015, determinando que los billetes pueden ser fómite potenciales para quistes de *G. lamblia* (13.58%) y huevos de *E. vermicularis* (13.58%) (Butt y Malik, 2015).

En el 2014 en Venezuela se determinó que los billetes que circulan pueden representar una fuente potencial de contaminación vía fómite de parásitos intestinales, ya que en los billetes se observaron quistes de *G. lamblia* (7.57%), *Endolimax nana* (8.65%), *Chilomastix mesnili* (0.54%) y huevos de *E. vermicularis* (3.24%) (ver tabla 1), en este estudio se relacionó la contaminación parasitaria y condición física determinando que dichas variables poseían una asociación significativa ($P=0.00001$) evidenciando que la mala condición física de los billetes representa un mayor peligro en la transmisión de estos microorganismos, aunque es importante considerar a los billetes con superficies aparentemente limpias ya que presentaron un 50% de contaminación con los parásitos intestinales antes mencionados (Morales, Cazorla, Antequera, Navas y Acosta, 2014).

El estudio realizado en el 2012 en Tanzania se determinó que los billetes de baja denominación estaban contaminados por quistes de *G. lamblia* (3.12%) y *E. histolytica/dispar* (10.53%) y que la contaminación de éstos estaba asociada con la práctica

antihigiénica de las personas, como el lavado inapropiado de las manos antes y después de la defecación, así como también el mojado o lubricación de los dedos con saliva para el conteo y manipulación de los billetes, por lo que existe la posibilidad de transmisión de estos parásitos al manipularlos billetes simultáneamente con alimentos (Neel, 2012).

H. Protozoos encontrados en billetes

1. Giardia lamblia

Es el agente causal de la giardiasis, parasitosis del intestino delgado proximal que se presenta con manifestaciones clínicas que varían desde la infección asintomática a la enfermedad aguda o crónica asociada con diarrea y mala absorción de nutrientes (Lujan, 2005).

a. Trofozoíto

Posee un tamaño de 12-15 a 6-8 μm con aspecto piriforme con una región dorsal convexa y dos axostilos centrales, siendo cóncava en su región ventral y posee un disco de succión o adhesivo de gran tamaño (ver anexo 1), con el cual se puede adherir en la mucosa intestinal del hospedero. Para la movilidad posee 4 pares de flagelos (anterolateral, posterolateral, ventral y central), lo que impulsa al trofozoíto en forma desigual, similar a la caída de una hoja y presenta dos núcleos ovalados con un gran cariosoma central (Rivera, Parte, Hurtado, Magaldi, y Collazo).

b. Quiste

Son formas de resistencia infectantes, que tienen forma oval o redondeada, y miden 10-8 μm y contienen de 2 a 4 núcleos de acuerdo a su madurez (ver anexo 1), y estructuras residuales de la forma vegetativa (Rivera, Parte, Hurtado, Magaldi, y Collazo, 2002). En el citoplasma se puede observar axonemas, seis en el área central y dos en la periferia (Rosales, 2011).

c. Ciclo biológico

La infección en el humano se produce por la ingestión de quistes en agua, alimentos, manos o fómites contaminados; una vez ingerido pasa al estómago y mediante la acción de los jugos gástricos se restablece la pared quística, para permitir que se rompa en el duodeno dando origen a trofozoitos tetranucleados, los que se dividen originando dos trofozoítos binucleados (Centros de Control y Prevención de Enfermedades, 2017).

Los trofozoítos se multiplican por fisión binaria longitudinal, permaneciendo en el lumen del intestino delgado proximal donde pueden estar libres o unidos a la mucosa intestinal por el disco ventral de succión; la enquistación ocurre conforme el parásito pasa hacia el colon y al pasar a las heces, se puede transmitir a otras personas, también puede salir como trofozoito, ya que el tránsito intestinal puede estar acelerado (ver anexo 2; Centros de Control y Prevención de Enfermedades, 2017).

2. *Entamoeba coli*

Es ubicua y altamente prevalente en la población mundial, ya que se considera comensal debido a que no tiene la capacidad de invadir la mucosa intestinal y se diferencia notablemente de *Entamoeba histolytica* en ambos estados de desarrollo (Berenguer, 2007). Ya que el quiste de *E. coli* es más grande y con citoplasma granuloso, cuerpos cromatoideos con forma de bastoncillo y puede tener hasta ocho núcleos (Rosales, 2011).

a. Trofozoíto

Mide entre 15 y 50 μm , presenta poca movilidad y sin marcada direccionalidad, emite pseudópodos romos y cortos, con frecuencia el núcleo puede ser visible en preparaciones sin tinción y en una preparación teñida puede llegar a observarse el cariosoma irregular de gran tamaño y localización excéntrica rodeado por un halo de material sin teñir. La cromatina perinuclear tiene forma de gránulos gruesos de tamaño y distribución irregulares (ver anexo 3). El citoplasma es granular y vacuolado, que contienen bacterias, levaduras y en raras ocasiones contienen glóbulos rojos (Gomila, Toledo, y Sanchi, 2011).

b. Quiste

Son esféricos y miden de 10-35 μm con una pared muy refráctil, los quistes maduros suelen tener 8 núcleos y se puede observar los cariosomas en posición excéntrica o central. El citoplasma de los quistes inmaduros contiene una gran masa de glucógeno que desplaza a los núcleos hacia los lados, mientras que el maduro presenta aspecto granular, pudiendo contener glucógeno difuso (ver anexo 3). Los cuerpos cromatoideos que son inclusiones de

proteínas ribonucleares suelen tener forma de astilla con los extremos irregulares (Gomila, Toledo, y Sanchi, 2011).

3. *Endolimax nana*

Es un comensal con distribución cosmopolita, que se localiza en el ciego o colon de los humanos, su presencia indica contaminación de origen fecal (Rosales, 2011).

a. Trofozoíto

En este estadio mide de 6-12 μm y posee un núcleo que se puede observar a veces en preparaciones sin teñir y con tinción se aprecia la estructura nuclear típica, siendo característico el cariosoma grande e irregular (ver anexo 5). Es característico que no se pueda observar cromatina perinuclear; el citoplasma posee un aspecto granular y muy vacuolado, las cuales pueden contener bacterias. El movimiento es lento y sin direccionalidad y este se lleva a cabo por pseudópodos cortos, romos e hialinos (Gomila, Toledo y Sanchi, 2011).

b. Quiste.

Mide de 5-10 μm y su forma varía de esférica a elíptica. Los quistes maduros poseen 4 núcleos (ver anexo 4). Los núcleos no son visibles en preparaciones sin teñir, pero los cariosomas son visibles en preparaciones teñidas con lugol (Cabello, 2007). El citoplasma carece de cuerpos cromatoidales aunque puede contener glucógeno difuso (Gomila, Toledo, y Sanchi, 2011).

c. Ciclo biológico

Los quistes generalmente se encuentran en las heces formadas y los trofozoítos en diarreicas, las dos formas se consideran diagnósticas. La colonización ocurre después de haber ingerido quistes maduros en alimentos, agua o fomites contaminados; en el intestino delgado se da el desenquistamiento liberando a los trofozoítos que migran al intestino grueso y se multiplican por fisión binaria, algunos de éstos se enquistan pasando a las heces en forma de quiste y al poseer una pared gruesa, pueden sobrevivir días a semanas en el ambiente externopudiendo transmitirse a otras personas, este ciclo es muy similar al de *E. coli*(Centros de Control y Prevención de Enfermedades, 2015).

4. *Entamoeba histolytica*

Entamoeba histolytica y *Entamoeba dispar* son especies morfológicamente idénticas en sus quistes y trofozoitos, se diferencian genómicamente y patogénicamente, ya que *E. dispar* es un comensal no invasor y *E. histolytica* invade la mucosa intestinal dando lugar a la disentería amebiana, que consiste en una diarrea con moco, sangre y dolor abdominal (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2016).

a. Trofozoito

Tiene forma irregular ameboide alargada y pueden llegar a tener un diámetro de 10 - 60 μm , con un núcleo que posee endosoma en posición central y cromatina periférica fina distribuida regularmente. Por medio de pseudópodos digitiformes presentan movilidad direccional progresiva (ver anexo 6). En el citoplasma se pueden observar eritrocitos fagocitados (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2016).

b. Quiste

Los quistes son la forma infectante poseen forma esférica y miden 10-15 μm de diámetro con una pared resistente de quitina. Dependiendo del grado de madurez pueden presentar de 1-4 núcleos con las mismas características del trofozoito, con cuerpos cromatoidales de bordes curvos y una masa de glucógeno cuando son inmaduros (ver anexo 6). Los quistes y trofozoitos son eliminados en las heces fecales (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2016).

c. Ciclo biológico

La infección ocurre debido a la ingestión de quistes maduros, en alimentos, agua o manos con heces fecales y los fómites como los billetes (en la tabla No.1 y en los estudios se puede comprobar que es alta la prevalencia). El desenquistamiento ocurre en el intestino delgado y los trofozoitos migran al intestino grueso, multiplicándose por fisión binaria y produciendo quistes; pasando las dos fases a las heces (Ver anexo 7). Los trofozoitos que pasan a las heces se destruyen rápidamente una vez fuera del cuerpo y si se ingieren no sobreviven en la exposición del ambiente gástrico (Centros de Control y Prevención de Enfermedades, 2017).

En muchos casos, los trofozoítos permanecen confinados a la luz intestinal de individuos que son portadores asintomáticos siendo está una infección no invasiva; En algunos pacientes, los trofozoítos invaden la mucosa intestinal siendo está la enfermedad intestinal o por medio del torrente sanguíneo, invaden sitios extraintestinales como el hígado, el cerebro y los pulmones con manifestaciones patológicas siendo una enfermedad extraintestinal (Centros de Control y Prevención de Enfermedades, 2017).

5. *Chilomastix mesnili*

Se considera comensal que reside en el ciego o el colon (Centros de Control y Prevención de Enfermedades, 2018).

a. Trofozoito

Tienen forma piriforme y miden 10-20 μm de longitud, posee un núcleo grande y único con un pequeño cariosoma y 3 flagelos anteriores adyacentes al núcleo, los que le permiten su movimiento giratorio característico. Los flagelos son difíciles de observar, pero se pueden visualizar reduciendo la cantidad de la luz del condensador (Winn, Allen, Janda, Koneman, Procop, y Woods, 2009).

b. Quiste

Posee forma piriforme ya que presenta una pequeña prominencia, por lo cual se ha descrito como forma de limón, su tamaño es de 6-9 μm tiene un núcleo con un pequeño cariosoma central que no posee cromatina periférica (Winn, Allen, Janda, Koneman, Procop, y Woods, 2009).

c. Ciclo biológico

La infección ocurre debido a la ingestión de quistes en agua contaminada, alimentos o fómites contaminados, que se desenquistan en el intestino liberando a los trofozoítos (Centros de Control y Prevención de Enfermedades, 2018).

7. *Blastocystis hominis*

Anteriormente se le clasificó como levadura, hongo o protozooario, sin embargo, recientemente por medio de estudios moleculares ha sido situado en un grupo informal conocido como *Stramenopiles* (Coco, Molina, Basualdo y Córdoba, 2017). Es un comensal que posee distribución universal y un habitante común del tracto intestinal humano y otros animales, presentando tres estadios morfológicos bien diferenciados (Reyes y Chinchilla, s.f.), que se describe como:

a. Forma vacuolar

Esta forma mide de 5-15 μm , pero puede alcanzar 200 μm de diámetro, posee de 1 a 4 núcleos (Coco, Molina, Basualdo y Córdoba, 2017), y se encuentra con mayor frecuencia en las heces y se caracteriza por presentar una gran vacuola central con funciones metabólicas y de almacenamiento, que ocupa del 50 al 95% de la célula (Reyes y Chinchilla, s.f.) que comprime los núcleos y organelos ubicándolos en la periferia (Coco, Molina, Basualdo y Córdoba, 2017).

b. Forma granular

Mide entre 6-8 μm posee de 1 a 4 núcleos y presenta gran cantidad de gránulos en el citoplasma y dentro de la vacuola. Estas granulaciones tienen varias funciones en la célula y se clasifican en 3 grupos funcionales: metabólicos, reproductivos y lipídicos (Coco, Molina, Basualdo y Córdoba, 2017).

c. Forma ameboide

Mide entre 3-8 μm y presenta una morfología irregular con 1 ó 2 pseudópodos de movimiento muy lento que dan la impresión de que el microorganismo no se desplaza (Reyes y Chinchilla, s.f.), contiene de 1 a 2 núcleos y en el citoplasma se puede observar una o múltiples vacuolas y la presencia de partículas ingeridas (bacterias o detritos celulares) que sugiere un papel en la nutrición parasitaria (Coco et al, 2017).

d. Forma quística

Los quistes son esféricos u ovoides, miden de 3-10 μm y están rodeados por una pared celular multilaminar. El contenido celular incluye múltiples vacuolas y depósitos de glucógeno y

lípidos. El número de núcleos puede variar de 1 a 4, sin embargo, los quistes aislados son con frecuencia binucleados (Coco et al, 2017).

c. Ciclo biológico

El conocimiento del ciclo biológico y la transmisión está en investigación, pero se sugiere que los quistes son responsables de la transmisión por vía fecal-oral a través de la ingestión de agua y comida contaminadas (Centros de Control y Prevención de Enfermedades, 2017).

Los quistes infectan las células epiteliales del tracto digestivo y se multiplican asexualmente; la forma vacuolar del parásito da origen a la forma multi-vacuolar y la forma ameboidea; la forma multi-vacuolar se desarrolla en un pre-quiste que da origen al quiste de pared delgada, que se cree que es responsable de la autoinfección (ver anexo 9). La forma ameboidea da lugar al pre-quiste, que se desarrolla en el quiste de pared gruesa por medio de la esquizogonia. El quiste de pared gruesa se excreta en las heces (Centros de Control y Prevención de Enfermedades, 2017).

La infección por *B. hominis* es común en pacientes inmunocomprometidos en los cuales se presenta desde manifestaciones locales intestinales hasta afecciones sistémicas, como el dolor abdominal agudo o crónico, diarrea de duración variable, distensión abdominal, colitis ulcerativa, trastornos gastrointestinales inespecíficos, enteritis y manifestaciones cutáneas. Pero es importante mencionar que existen personas sanas que poseen *B. hominis* lo que sugiere que el estadio de portador existe. Sin embargo, esto no necesariamente descarta su potencial rol patógeno (Salinas y Gonzales, 2007).

I. Helmintos encontrados en billetes

Las helmintiasis constituyen un problema de salud pública, especialmente en niños con vulnerabilidad socioeconómica y ambiental. La carencia de saneamiento y agua potable, el hacinamiento, la precariedad de la vivienda y las malas condiciones de higiene constituyen los principales factores de riesgo (Orsoet al 2014).

1. *Ascaris lumbricoides*

Éste se clasifica como nemátodo y provoca ascariasis en el hospedero, siendo la infección más común en humanos por helmintos, está distribuido mundialmente, pero principalmente en regiones tropicales y subtropicales ya que los climas cálidos o templados favorecen su desarrollo, como también las condiciones de sanidad deficiente. (Centros de Control y Prevención de Enfermedades, 2018). La importancia que tiene esta enfermedad radica en que provoca obstrucción intestinal mecánica, otra característica importante de esta enfermedad es que una infección crónica ocasiona desnutrición en niños escolares (Defagot, Pizzi, Tomás, Pizzi, y Dib, 2013).

a. Huevos

Los huevos expulsados por la hembra alcanzan a ser hasta 200,000 por día y estos pueden ser fértiles (infectantes) o infértiles. Los huevos fértiles son ovalados o redondeados y miden de 50-75 μm de largo por 40-60 μm de ancho, posee dos membranas, una externa albuminosa, con protuberancias, teñida de amarillo por la bilis y otra membrana interna lisa, incolora y refringente, con presencia de protoplasma granuloso con núcleo redondo, pequeño y central. Los huevos infértiles son de mayor tamaño, alargados, y tienen protuberancias moderadas o ausentes (Centros de Control y Prevención de Enfermedades, 2018).

b. Ciclo biológico

Los adultos habitan en el lumen del intestino delgado, llegando una hembra a producir aproximadamente 200,000 huevos por día, que son excretados con las heces; los huevos no fertilizados pueden ser ingeridos, pero no son infecciosos. Los huevos fértiles se embrionan y se vuelven infecciosos después de 18 días a varias semanas dependiendo de las condiciones ambientales óptimas del suelo húmedo, cálido y sombreado (Centros de Control y Prevención de Enfermedades, 2018).

Después de que los huevos fértiles son ingeridos, las larvas eclosionan, invadiendo la mucosa intestinal y son transportadas a través de la vía portal, llegando a la circulación de los pulmones. Las larvas maduran de 10-14 días y penetran las paredes alveolares, luego ascienden al árbol bronquial hasta la faringe para luego ser tragadas por el hospedero. Al

llegar al intestino delgado, se convierten en adultos, ya que se requieren de 2 a 3 meses desde la ingestión de los huevos fértiles hasta que la hembra pueda producir huevos, los adultos son capaces de vivir 1 a 2 años (Centros de Control y Prevención de Enfermedades, 2018).

2. *Trichuris trichiura*

Se estima que en el mundo 800 millones de personas están infectadas, siendo la prevalencia más alta en niños de 5 a 10 años, aunque en la mayoría esta infección es asintomática las infecciones masivas se manifiesta por diarrea crónica, mucosa, con sangre, dolor abdominal, tenesmo y prolapso rectal (Carrada, 2004).

a. Huevos

Son elípticos y de color pardusco, miden 52 x 22 μm , tienen una envoltura de doble contorno y cada extremo tiene tapones mucosos (Ver anexo 11; Carrada, 2004). Los huevos sin embrionar salen al exterior con las heces del hombre no siendo aún infectantes, maduran en el medio externo y adquieren su capacidad infecciosa en un periodo comprendido entre 2 y 4 semanas (Hospital Universitario de Getafe, 2009).

b. Ciclo de vida

Los huevos sin embrionar se excretan en las heces y se desarrollan en la tierra pasando por un estadio de 2 células, hasta uno avanzado de segmentación y posteriormente embrionan, los huevos se transforman en infectantes de 15 a 30 días. Después de la ingestión (por manos o comida contaminadas con tierra); los huevos eclosionan en el intestino delgado liberando las larvas, que maduran en adultos y se establecen en el colon, fijándose con las porciones anteriores enredadas en la mucosa (ver anexo 11). Las hembras comienzan la ovoposición 60 a 70 días después de la infección excretando entre 3,000 y 20,000 huevos por día. El tiempo de vida de los adultos es de 1 año aproximadamente (Centros de Control y Prevención de Enfermedades, 2017).

3. *Enterobius vermicularis*

Es prevalente en niños en edad escolar que habitualmente produce prurito anal, irritabilidad, dolor abdominal o pélvico y ocasionalmente vulvovaginitis. El diagnóstico de laboratorio se

hace microbiológicamente mediante la prueba de Graham (Báez, Pereira, Ruiz y Marne, 2013).

a. Huevos

Miden aproximadamente 50-60 x 27-30 μm y poseen una cubierta lisa y transparente, como también una asimetría muy marcada (ver anexo 12), siendo convexos por uno de sus lados y casi planos por el otro, encierran un embrión inmaduro y pueden permanecer viables durante unos 20 días en ambientes húmedos (Ayllon, 2016).

b. Ciclo biológico

Los huevos se depositan en los pliegues perianales lo que puede provocar la auto-infección que se da por la transferencia de los huevos infectantes hacia la boca por medio de las manos que rascaron el área perianal; la transmisión de persona a persona puede ocurrir al manipular superficies contaminadas por huevos de este parásito como ropa de cama, debido a que un número reducido de huevos puede ser inhalado al generar aerosoles y éstos se pueden deglutir y desarrollar de igual forma que los huevos ingeridos (Centros de Control y Prevención de Enfermedades, 2017).

Después de la ingestión de los huevos infectantes, las larvas eclosionan en el intestino delgado y los adultos se establecen en el colon; siendo necesario un mes desde la ingestión de los huevos hasta que la hembra adulta oviposita. El tiempo de vida de los adultos es casi de dos meses (ver anexo 13; Centros de Control y Prevención de Enfermedades, 2017).

Las hembras grávidas migran por la noche fuera del ano y ovipositan mientras se deslizan sobre la piel de la zona perianal; los huevos se vuelven infectantes de 4 a 6 horas bajo condiciones óptimas, pudiendo ocurrir la retro infección o la migración de las larvas recientemente eclosionadas desde la piel anal hacia el recto, aunque se desconoce su frecuencia (Centros de Control y Prevención de Enfermedades, 2017).

4. Uncinarias

Se considera que anualmente mueren 3000 personas por causa directa de la uncinariasis, los agentes etiológicos en humanos son *Ancylostoma duodenale* y *Necator americanus*. La

sintomatología se relaciona estrechamente con la intensidad de la carga parasitaria y distintas etapas de invasión, ya que se presenta en piel, pulmones, intestino y manifestaciones sistémicas del síndrome anémico (Universidad de Antioquia, 2016).

a. Huevos

Los huevos de las 2 especies son indistinguibles entre sí, tienen un tamaño de 60 por 40 μm , son ovalados, transparentes, con una membrana única muy uniforme y un espacio entre ella y cuatro células que al segmentarse forman la mórula (ver anexo 14; Carrado, 2007).

b. Ciclo biológico

Los huevos se excretan en las heces, bajo condiciones favorables de humedad, calor y sombra eclosionan de 1 a 2 días, liberando larvas rabadiformes que crecen en heces o tierra luego de 5 a 10 días y dos mudas, se convierte en larva filariforme (tercer estadio) y es infectante pudiendo sobrevivir de 3 a 4 semanas bajo condiciones ambientales favorables, ésta al tener contacto con el hospedador humano penetra en la piel y a través de las venas llega al corazón y pulmones donde perfora los alvéolos pulmonares y asciende por el árbol bronquial llegando a la faringe donde es deglutida y las larvas llegan al intestino delgado, donde residen hasta llegar al estadio adulto (ver anexo 15; Centros de Control y Prevención de Enfermedades, 2017).

Los adultos se adhieren a la pared del intestino delgado con pérdida sanguínea del hospedero, muchos de los adultos son eliminados en 1 a 2 años, pero su longevidad puede alcanzar varios años. Algunas larvas de *A. duodenale*, después de la penetración en la piel del hospedador, entran en inhibición temporal del desarrollo en el intestino o en el músculo. Además, la infección por *A. duodenale* probablemente también ocurre oralmente o por ruta transmamaria. Sin embargo, *N. americanus* requiere una fase de migración transpulmonar (Centros de Control y Prevención de Enfermedades, 2017).

5. *Taenia* sp

Esta es una zoonosis cuyas tasas de prevalencia varían en función de diversos factores socio-económicos y culturales (Orta, Remedio, Serrano, Pérez, y Gimeno, s.f.), ya que el ganado

bovino y porcino se infectan al alimentarse en áreas contaminadas con heces humanas que contienen huevos de tenia. Estos al ser ingeridos por el ganado, los huevos eclosionan en el intestino del animal y migran hacia los músculos estriados para convertirse en cisticercos y causar la enfermedad llamada cisticercosis (Centros de Control y Prevención de Enfermedades, 2017).

Los cisticercos pueden vivir durante varios años en el músculo del animal. Las personas se pueden infectar por las tenias al comer carne de res o de cerdo cruda o mal cocinada que contenga cisticercos infecciosos. Una vez dentro del cuerpo de las personas, los cisticercos de *Taenia* sp migran al intestino delgado y maduran para transformarse en tenias adultas. Por lo que las personas no se pueden infectar con los huevos de *Taenia saginata* encontrados en los billetes, sin embargo, si se pueden infectar con los huevos de *T. solium* lo que demuestra que el papel moneda permite la adherencia de huevos de helmintos (Centros de Control y Prevención de Enfermedades, 2017).

a. Huevos

Son esféricos, pequeños de 31 a 43 μm de diámetro, de color amarillo-pardo, con una cubierta radiada y estriada, contienen en su interior se encuentra la oncosfera, un embrión con seis ganchos pequeños (ver anexo 16). El estudio microscópico de estos huevos no permite el diagnóstico de especie (Flisser, Vargas y Laclette, 2006).

b. Ciclo biológico

Los huevos de los proglótidos grávidos son excretados en las heces los cuales pueden permanecer viables varios días hasta meses en el ambiente. El ganado bovino y porcino se infectan con *T. saginata* y *T. solium* respectivamente, al ingerir vegetación contaminada con los huevos o los proglótidos grávidos. En el intestino del animal, las oncosferas eclosionan, y son capaces de invadir la pared intestinal y migrar hacia el músculo estriado donde se desarrollan en cisticercos que pueden sobrevivir por varios años, los humanos se infectan al ingerir carne mal cocida o cruda (ver anexo 17; Centros de Control y Prevención de Enfermedades, 2017).

En el intestino humano, el cisticerco se desarrolla y se transforma en un adulto que se adhiere al intestino delgado por el escólex y reside en él llegando a tener una longitud usualmente de 5 m ó menos para *T. saginata* (sin embargo, puede alcanzar hasta 25 m) y de 2 a 7 m para *T. solium* (Centros de Control y Prevención de Enfermedades, 2017).

Los adultos producen proglótidos que maduran a grávidos que se liberarán de la *Taenia* y migran hacia el ano y son excretados en las heces (aproximadamente 6 por día). Los adultos de *T. saginata* usualmente presentan de 1,000 a 2,000 proglótidos, mientras que los adultos de *T. solium* presentan un promedio de 1,000 proglótidos. Los huevos en los proglótidos grávidos son liberados y excretados en las heces. *T. saginata* puede producir hasta 100,000 y *T. solium* puede producir hasta 50,000 huevos por cada proglótido (Centros de Control y Prevención de Enfermedades, 2017).

J. Tratamiento de las Parasitosis

El tratamiento farmacológico para protozoos se basa en el uso de amebicidas intraluminales, los cuales pueden alcanzar una elevada concentración en el intestino y son eficaces contra quistes y trofozoítos. Para las enfermedades invasoras los fármacos de elección son los nitroimidazoles (metronidazol, tinidazol y ornidazol), para los que no se han descrito resistencias (Pérez, Díaz, Pérez, Ferrere, Monje, Norman y López, 2010).

Las infestaciones por los nematodos *A. lumbricoides* y *T. trichiura* son tratadas con albendazol y el mebendazol. El tratamiento farmacológico de *E. vermicularis* debe combinarse con medidas higiénicas a toda la familia durante dos semanas, para romper el ciclo de autoinfestación. Para el tratamiento farmacológico de las teniasis son niclosamida y praziquantel en dosis única (Información farmacoterapéutica de la comarca, 2009).

K. Prevención y profilaxis de las parasitosis intestinales

Para la prevención de parasitosis intestinal es importante educar a la comunidad en prácticas saludables como:

- Lavado de manos antes de cada comida, después de ir al baño y cada vez que sea necesario.
- Lavar las verduras, frutas y hortalizas bajo un chorro de agua a presión, de esta manera se pueden eliminar de su superficie los quistes, los huevos o las larvas de los parásitos.
- Buena disposición de excretas, debido a que lo ideal es que todas las comunidades cuenten con sistema de drenajes. La buena disposición de excretas evita la contaminación fecal de las aguas, que es la principal causa de parasitosis en los países en vías de desarrollo.
- Diagnóstico y tratamiento: Es recomendable realizarse un examen de heces, al menos una vez al año y cuando se tengan síntomas intestinales se deben efectuar exámenes de heces seriados, con el fin de demostrar la etiología y dar el tratamiento de elección según sea su caso. De esta manera, se hará un diagnóstico temprano y se evitará la infección de otras personas.
- El usar calzado también evita contraer parásitos, ya que éstos se introducen por los pies.
- Saneamiento del medio y de los cursos de agua (Organización Panamericana de la Salud, s.f.).

La O.M.S. (Organización Mundial de la Salud) define a la vigilancia epidemiológica como el escrutinio continuo de los factores que determinan la presentación y distribución de las enfermedades. Pero en la actualidad se ha aplicado muy poco a las enfermedades parasitarias, debido a que la mayoría de estas enfermedades parasitarias no es obligatoria reportarlas y en general ocurren en poblaciones marginales o en zonas rurales carentes de servicio de asistencia médica, lo que dificulta su diagnóstico etiológico. Por lo tanto, las estadísticas de morbilidad y de mortalidad no reflejan la realidad de los países en vías de desarrollo (Fundación parasitológica argentina, s.f.).

L. Mercado Municipal “La Terminal” de Chimaltenango

El mercado municipal La Terminal ubicado en la 5ta avenida, zona 2 de la cabecera de Chimaltenango, Leonel Molina informa que está conformado por los sectores, exterior, interior y perimetral, en los cuales se encuentran 1,149 expendios formales (ver imagen 1), y los días de mercado se establecen 3,000 a 3,500 vendedores informales, siendo la mayor parte de alimentos (L. Molina, comunicación personal, 19 de julio del 2018).

IV. JUSTIFICACIÓN

Las enfermedades provocadas por parásitos intestinales constituyen un problema universal de salud pública, el cual afecta principalmente a países en vías de desarrollo como Guatemala y debido a que la transmisión de estas enfermedades se produce principalmente debido a la ingestión de agua y alimentos contaminados con formas infectantes de parásitos intestinales, además es importante considerar a los fómites como una fuente en la transmisión de estas enfermedades.

Ya que la presencia, persistencia y diseminación de los parásitos intestinales se relaciona directamente con niveles socioeconómicos bajos, niveles sanitarios y condiciones higiénicas deficientes. Las cuales generalmente se pueden evidenciar en los mercados municipales del país pudiendo aumentar la probabilidad de contaminar objetos inanimados que se manipulan frecuentemente, como es el caso de los billetes que se intercambian en la compra y venta de alimentos.

Debido a que el papel moneda es de naturaleza porosa y rugosa, puede permitir la adherencia de quistes de protozoos y huevos de helmintos que al poseer una elevada resistencia a los factores ambientales pueden permanecer viables y vía fómite transmitirse a las personas, especialmente cuando se manipulan simultáneamente billetes y alimentos.

Por lo anterior expuesto y dado a que en Guatemala no hay estudios sobre la contaminación parasitaria presente en los billetes de distinta denominación que circulan en el país, se realizó el primer estudio en su género en el mercado municipal “La Terminal” del municipio de Chimaltenango, Chimaltenango, para evidenciar que los billetes que circulan en el país pueden ser una fuente importante de infección de parásitos intestinales, lo que puede contribuir a sugerir y plantear un mejor control y prevención de estas enfermedades.

V. OBJETIVOS

A. Objetivo general

1. Determinar la presencia de quistes de protozoos y huevos de helmintos en billetes de distinta denominación elaborados a base de papel moneda y polímero en un mercado departamental de Guatemala.

B. Objetivo específicos

1. Determinar la presencia de quistes de protozoos y huevos de helmintos en billetes de distinta denominación elaborados a base de papel moneda y polímero.
2. Establecer que material de elaboración de los billetes presenta menor cantidad de parásitos intestinales.
3. Relacionar la condición física y los parásitos encontrados en billetes de distinta denominación elaborados a base de papel moneda y polímero.
4. Relacionar el año de emisión y los parásitos encontrados en billetes de distinta denominación elaborados a base de papel moneda y polímero.

VI. HIPOTESIS

Por ser un estudio de tipo observacional y descriptivo, no se formula hipótesis

VII. MÉTODOS

A. Universo

El universo está conformado por 6 de las 7 denominaciones de billetes que circulan en el país (Q1, Q5, Q10, Q20, Q50 y Q100).

B. Muestra

Estará constituida por 576 billetes (96 de cada una de las 6 denominaciones)

C. Recursos humanos

Tesista: Br. Gabriel Alberto Estrada Meléndez

Asesor: Lic. Martín Néstor Fernando Gil Carrera

D. Recursos institucionales

Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia

Escuela de Química Biológica

Departamento de Microbiología

E. Materiales

1. Equipo

- Centrífuga
- Microscopio
- Computadora

2. Reactivos

- 4000 mL de solución salina fisiológica al 0.90%
- 50 mL de Tween® 20
- 40 mL de Lugol

3. Cristalería

- 700 tubos cónicos
- 4 cajas de portaobjetos
- 4 cajas de cubreobjetos

4. Material

- 700 hisopos estériles
- 25 jeringas de 10 ml
- Una caja de Bolsas ziploc®

F. Metodología

1. Plan de muestreo

Los billetes se recolectaron por conveniencia de las ventas de alimentos de los cuales 192 eran a base de polímero y de baja denominación (Q1 y Q5), y 384 a base de papel moneda (Q10, Q20, Q50 y Q100).

- Se seleccionó los puestos de alimentos no aleatoriamente y no probabilísticamente.
- Los billetes seleccionados tenían más de 5 años de haber sido emitidos, se seleccionó un máximo de 5 billetes por puesto de alimento.
- Se usaron guantes de nitrilo para recolectar los billetes y se colocaron en bolsas ziploc® etiquetadas de acuerdo a su denominación.
- En el primer muestreo se recolecto los billetes de baja denominación (Q1, Q5 y Q10) que se obtuvieron al intercambiarlos por billetes de alta denominación.
- En el segundo muestreo se recolectaron los billetes de mediana denominación (Q20) que se obtuvieron al intercambiarlos por billetes de alta denominación.
- En el tercer y cuarto muestreo se recolectaron los billetes de mediana denominación (Q50) que se obtuvieron al intercambiarlos por billetes de alta denominación.
- En el quinto, sexto, séptimo y octavo muestreo los billetes de alta denominación (Q100), se intercambiaron por uno de su misma denominación.

- Los billetes recolectados se llevaron al laboratorio.
- Los billetes fueron separados en dos categorías basada en su condición física las cuales fueron: limpio y sucio/mutilado (La clasificación limpia fueron los billetes que no presentaron ninguna mancha o daño evidente y la clasificación sucia/mutilado fueron los billetes que estaban desvanecidos, dañados, sucios o con trozos de cinta adhesiva).
- Para el grupo control se recolectaron 16 billetes nuevos y limpios de cada una de las denominaciones en bancos (96 billete formara el grupo control).

2. Diagnóstico parasitológico

Para realizar el diagnóstico parasitológico de los billetes se utilizó la metodología descrita por Morales y colaboradores con modificaciones:

1. Se le asignó un código a cada uno de los billetes
2. Utilizando pinzas se colocó cada billete en un vaso desechable de plástico y con una jeringa se agregaron 10 mL de solución salina 0.90% y Tween® 20 al 20%
3. Los billetes fueron lavados suavemente en ambas caras por 2 a 3 minutos frotando con un hisopo estéril.
4. La solución resultante del lavado se dejó reposar a temperatura ambiente por 24 horas.
5. La solución se trasvaso hacia un tubo cónico y se centrifugo durante 3 minutos a 3000 rpm y se descartó el sobrenadante.
6. La muestra sedimentada se colocó por duplicado sobre una lámina portaobjetos y se agregó una gota de lugol al 20% (1/5 en solución salina).
7. Se observó la muestra en el microscopio utilizando los objetivos de 10X y 40X.
8. Los billetes fueron considerados como positivos cuando se observó por lo menos un quiste de protozoos o huevo de helminto de acuerdo al criterio de Morales, Cazorla, Antequera, Navas y Acosta, 2014.

G. Diseño de estudio

El estudio fue de tipo descriptivo, prospectivo y transversal el cual se llevó a cabo entre octubre y diciembre del 2018, en el Mercado Nuevo ubicado en la 5 Avenida, Zona 2 de la cabecera del municipio de Chimaltenango.

1. Cálculo de la muestra

- Para el cálculo de muestras se estableció un nivel de confianza del 90% y un límite de error del 10%, asumiendo una población infinita.
- El grupo control fueron 96 billetes nuevos que se recolectaron de bancos (16 de cada denominación).

2. Tipo de muestreo

- El muestreo de los billetes de distinta denominación fue por conveniencia ya que se recolectaron no aleatoriamente y no probabilísticamente de las ventas de alimentos.

3. Análisis Estadístico

- Se registró en la base de datos de Microsoft Excel el código de cada billete y el resultado del diagnóstico parasitológico para determinar cuántos billetes presentaron contaminación por parásitos intestinales.
- Con estadística descriptiva se determinó que material de elaboración presento menor contaminación parasitaria, como también que tipo de parásitos se encontraron en el estudio.
- Al ingresar a la base de datos las variables condición física y contaminación parasitaria, se relacionó con la prueba chi cuadrado (χ^2) en epiInfo 2017 y con lo que se determinó si la condición física y el año de emisión influyen en la contaminación

VIII. RESULTADOS

En la tabla 1 se puede observar que de los 576 billetes analizados 108 (18.75%) presentaron en su superficie quistes de protozoos o huevos de helmintos, es importante mencionar que en todas las denominaciones se observaron estas formas infectantes. Los billetes elaborados a base de polímero presentaron menor contaminación (11.97%), en comparación con los elaborados a base de papel moneda que fue mayor (22.13 %).

Tabla 1 Presencia de parásitos intestinales en billetes elaborados a base de polímero y papel moneda

Denominación	Polímero						Papel Moneda						Total	
	Q1 ¹		Q5 ¹		Q10 ²		Q20 ²		Q50 ²		Q100 ²			
	N	96	N	96	N	96	N	96	N	96	N	96	N	576
Tipo de parásito	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Quistes de protozoos comensales														
<i>Entamoeba coli</i>	2	2.08	2	2.08	7	7.29	5	5.21	6	6.25	4	4.17	26	4.51
<i>Endolimax nana</i>	4	4.17	7	7.29	6	6.25	6	6.25	4	4.17	4	4.17	31	5.38
<i>Chilomastix mesnili</i>	0	0	1	1.04	4	4.17	5	5.21	3	3.13	2	2.08	15	2.60
<i>Iodamoebabutschlii</i>	0	0	0	0	0	0	1	1.04	3	3.13	0	0	4	0.69
Quistes de protozoos patógenos														
<i>Giardia lamblia</i>	2	2.08	2	2.08	4	4.17	2	2.08	3	3.13	0	0	13	2.26
<i>Entamoeba histolytica/dispar</i>	0	0	0	0	3	3.13	3	3.13	2	2.08	0	0	8	1.39
Huevos de Helmintos														
<i>Ascaris lumbricoides</i>	1	1.04	2	2.08	2	2.08	1	1.04	1	1.04	0	0	7	1.22
<i>Trichuris trichiura</i>	0	0	0	0	0	0	1	1.04	0	0	0	0	1	0.17
<i>Enterobius vermicularis</i>	0	0	0	0	1	1.04	0	0	0	0	0	0	1	0.17
<i>Hymenolepis nana</i>	0	0	0	0	1	1.04	1	1.04	0	0	0	0	2	0.35
Total	9	9.38	14	14.6	28	29.2	25	26	22	22.9	10	10.4	108	18.75
Total en base a denominación	11.97						22.13							

1: Billetes elaborados a base de polímero, 2: Billetes elaborados a base de papel moneda.

En la tabla 2 se relacionó la condición física con la contaminación parasitaria y se encontró una relación estadísticamente significativa entre estas ($\chi^2= 6.4613$; $P=0.01$). Siendo la clasificación “Sucios/Roto” la que presentó mayor contaminación parasitaria con un 23.06% en comparación con la clasificación “Limpio” que fue de 11.57%.

Tabla 2 Relación entre condición física y presencia de parásitos intestinales en billetes elaborados a base de papel moneda y polímero

Denominación	Polímero									Papel Moneda									Total		
	Q1 ¹			Q5 ¹			Q10 ²			Q20 ²			Q50 ²			Q1,00 ²					
Condición física	N	n	%	N	n	%	N	n	%	N	n	%	N	n	%	N	n	%	N	n	%
Sucio/Roto	63	8	12.7	60	12	20	66	23	34.9	69	19	27.5	50	13	26	52	8	15.4	360	83	23.1
Limpio	33	1	3.03	36	2	5.56	30	5	16.7	27	6	22.2	46	9	19.6	44	2	4.55	216	25	11.6
Total	96	9	9.38	96	14	14.6	96	28	29.2	96	25	26	96	22	22.9	96	10	10.4	576	108	18.8

1: Billetes elaborados a base de polímero, 2: Billetes elaborados a base de papel moneda

En la **tabla 3** se puede observar que los billetes de todas las fechas de emisión analizadas presentaron contaminación parasitaria. Al relacionar la fecha de emisión con la presencia de parásitos se determinó que existe una relación estadísticamente significativa entre las dos ($\chi^2= 10.68$; $P=0.0010$). Siendo los billetes con fecha de emisión del 2013 (24.11%) y 2014 (25.4%) los que presentaron mayor contaminación.

Tabla 3 Año de emisión, condición física y presencia de parásitos intestinales en los billetes.

Año de emisión	Condición Física								
	Sucio/ Roto			Limpio			Total		
	N	n	%	N	n	%	N	n	%
2010	16	4	25.0	5	0	0	21	4	19.05
2011	18	1	5.56	8	2	25	26	3	11.54
2012	58	12	20.69	18	2	11.11	76	14	18.42
2013	55	15	27.27	57	12	21.05	112	27	24.11
2014	55	13	23.64	8	3	37.5	63	16	25.4
2015	107	26	24.30	60	6	10	167	32	19.16
2016	33	9	27.27	45	0	0	78	9	11.54
2017	18	3	16.67	15	0	0	33	3	9.09
Total	360	83	23.06	216	25	11.57	576	108	18.75

N: Número de billetes analizados; n: Número de muestras positivas, %: Porcentaje de muestras positivas

X. DISCUSIÓN

Los quistes de protozoos y huevos de helmintos poseen la capacidad de permanecer viables ante condiciones adversas en el medio ambiente durante mucho tiempo, por lo que es importante considerar a los billetes como una fuente potencial de contaminación vía fómite en la adquisición de parásitos intestinales u otros microorganismos infecciosos como se evidenció en la presente investigación.

Se logró establecer que la contaminación de los billetes que circulan en el mercado municipal “La Terminal” de Chimaltenango, Chimaltenango fue de 18.75% (Ver tabla 1) mayores a los reportados en Brasil con 8,15% (Minine, Janaina, Amorim y Souza, 2015), Tanzania con 13% (Neel, 2012), Pakistán con 13.58% (Butt y Malik, 2015), pero menor a lo reportado en Nigeria con 19.37% (Orji, Esiaka, Anyaegbunam, Obi &Ezeagwuna, D, 2012) y Venezuela con 42,16% (Morales, Cazorla, Antequera, Navas y Acosta, 2014).

Se observaron quistes de protozoos como: *E. coli*, *E. nana*, *C. mesnili* y *I. butschlii* que no son patógenos, pero su presencia es importante, ya que son un indicativo de que los billetes están contaminados con materia fecal (Ver tabla 1). Entre los protozoos patógenos se determinó que los billetes se encontraban contaminados en un 2.26% con quistes de *G. lamblia* que provoca diarrea y mala absorción de nutrientes (Lujan, 2005) siendo parecido a lo reportado en Brasil con 2.2 % (Minine, Janaina, Amorim y Souza, 2015), pero menor al 7.57% en Venezuela (Morales, Cazorla, Antequera, Navas y Acosta, 2014) y 3.12% en Tanzania (Neel, 2012).

También se detectaron quistes de *H. histolytica/dispar* en un 1.39%; hallazgo importante porque este parásito provoca la disentería amebiana, que consiste en una diarrea con moco, sangre y dolor abdominal (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2016) y fue mayor a lo reportado en Brasil con 0.74 % (Minine, Janaina, Amorim y Souza, 2015), pero menor a lo indicado en Tanzania con 10.09% (Neel) y Nigeria con 2.5% (Orji, Esiaka, Anyaegbunam, Obi &Ezeagwuna, D, 2012).

Se encontraron huevos de helmintos siendo *A. lumbricoides* el que se determinó en 1.22%, mayor al reportado en Brasil con 0.74 % (Minine, Janaina, Amorim y Souza, 2015) y menor al reportado en Nigeria con 2.5% (Orji, Esiaka, Anyaegbunam, Obi &Ezeagwuna, D, 2012). Probablemente este helminto sea el más observado en las superficies de los billetes debido a que es la helmintiasis más común en humanos. Esta infección provoca obstrucción intestinal mecánica y puede provocar desnutrición en niños escolares (Defagot, Pizzi, Tomás, Pizzi, y Dib, 2013).

Los huevos de helmintos que se encontraron en menor cantidad fueron *T. trichiura* (0.17%), *E. vermicularis* (0.17%) y *H. nana* (0.35%) los cuales coinciden con estudios similares realizados en otros países, en donde se evidenció en menores porcentajes los huevos de helmintos en comparación con los quistes de protozoos (Orji, Esiaka, Anyaegbunam, Obi &Ezeagwuna, D, 2012).

Es importante mencionar que los billetes elaborados a base de polímero presentaron menor contaminación con un 11.97%, ya que los elaborados a base de papel moneda fue de 22.13% (ver tabla 1), para estos últimos es similar a lo observado en el estudio realizado en Nigeria, en donde se reportó contaminación para billetes elaborados con dicho material de 27.5% y menor en comparación con los billetes elaborados a base de polímero de 4.6%. Este mayor porcentaje en el papel moneda en los dos estudios puede deberse a que está fabricado a base de fibras de algodón y lino que crea una superficie rugosa y porosa que pudiera permitir que se adhieran estas formas de parásitos intestinales con mayor facilidad (Orji, Esiaka, Anyaegbunam, Obi &Ezeagwuna, D, 2012).

La variación de los porcentajes de contaminación parasitaria son diferentes en cada país lo cual puede depender de distintos factores culturales, ambientales, geográficos o material de elaboración de los billetes. (Vriesekoop et al., 2010; Uneke&Ogbu, 2007; Elom et al., 2012).

Se determinó una relación estadísticamente significativa ($\chi^2= 6.4613$; $P=0.01$) entre la contaminación parasitaria y la condición física de los billetes, siendo mayor en la

clasificación “Sucios/Rotos” por lo que pueden representar un peligro potencial en la transmisión de parásitos intestinales, lo que puede deberse a que éstos han sido más manipulados, presentando mayor acumulación de suciedad (Morales, Cazorla, Antequera, Navas y Acosta, 2014), aunque los billetes de condición física “Limpia” también presentaron contaminación en sus superficies (11.57%), pero fue más baja en comparación a los billetes “Sucios/Rotos” (ver tabla 2).

También se encontró una relación estadísticamente significativa ($P=0.0010$) entre la fecha de emisión de los billetes y la contaminación parasitaria, lo cual puede deberse a que los más antiguos tienen más tiempo de circulación y por lo tanto ha sido manipulados más veces (ver tabla 3), aunque los billetes con fecha de emisión más reciente también presentaron contaminación, la misma fue menor (9.09%), en comparación con los billetes que tienen mayor tiempo de emisión (19.05 %) (Morales, Cazorla, Antequera, Navas y Acosta, 2014).

Se evidenció la presencia de parásitos intestinales en los billetes de distinta denominación que circulan en el mercado “La Terminal” de Chimaltenango, siendo los elaborados a base de polímero los que presentaron menor contaminación parasitaria. La relación entre las variables condición física y año de emisión con la presencia de parásitos intestinales, fue estadísticamente significativa. Por lo que es importante que las autoridades municipales requieran a los manipuladores de alimentos que cumplan con normas básicas de higiene como el lavado de manos constante, no manejar billetes en conjunto con alimentos para poder evitar fuentes probables de parásitos intestinales, como también sería importante realizar otros estudios para identificar otros microorganismos infecciosos causantes de enfermedades gastrointestinales.

X. CONCLUSIONES

1. Los billetes de distinta denominación que circularon en el mercado municipal “La Terminal” Chimaltenango, Chimaltenango presentaron un 18.75% de contaminación por quistes de protozoos y huevos de helmintos.
2. Los billetes de polímero de distinta denominación que circularon en el mercado la Terminal, Chimaltenango, Chimaltenango presentaron menor contaminación por quistes de protozoos y huevos de helmintos (11.97%) que los billetes a base de papel moneda (22.13%).
3. La relación entre la condición física de los billetes y la presencia de quistes de protozoos y huevos de helmintos fue estadísticamente significativa ($P=0.01$).
4. La relación entre la fecha de emisión de los billetes y la contaminación por quistes de protozoos y huevos de helmintos fue estadísticamente significativa ($P=0.0010$).
5. Los billetes con fecha de emisión del 2013 (24.11%) y 2014 (25.4%), presentaron la mayor contaminación por quistes de protozoos y huevos de helmintos.
6. La condición física de los billetes “Sucios/Rotos” presentó mayor contaminación (23.06 %) con parásitos en comparación con la condición “Limpia” (11.57 %).

XI. RECOMENDACIONES

1. Realizar estudios en diferentes mercados del país y comparar la contaminación por parásitos intestinales.
2. Realizar estudios para determinar la contaminación parasitaria en monedas, ya que estas presentan textura en su superficie y son elaboradas de materiales con mayor durabilidad.
3. Realizar estudios en el cual se determinen otros microorganismos infecciosos causantes de enfermedades gastrointestinales.
4. Se recomienda que las autoridades municipales requieran a los manipuladores de alimentos que cumplan con normas básicas de higiene como el lavado de manos constante, no manejar billetes en conjunto con alimentos para poder evitar fuentes probables de parásitos intestinales.

XII. REFERENCIAS

- Ayllon, A. (2016). *Enterobiasis*. (Tesis de licenciatura). Universidad de Sevilla, España.
- Báez, N., Pereira, J., Ruiz, B. y Marne, C. (2013). Prueba de Graham y enterobiasis. *Revista pediátrica de atención primaria*, 15(53), 1-5.
- Berenguer, J. (2007). *Manual de parasitología morfología y biología de los parásitos de interés sanitario*. Barcelona, España: Universidad de Barcelona.
- Butt, A. & Malik, S. (2015). Microbial and parasitic contamination of circulating Pakistani Currency. *Life Sciences*, 2(4), 150-157.
- Cabello, R. (2007). *Microbiología y parasitología humana*. Ciudad de México, México: Panamericana
- Calderon, O. (2004). *Parasitología general: Elementos y actividades*. San José, Costa Rica: Universidad de Costa Rica.
- Carrada, T. (2004). Trichuriasis: Epidemiología, diagnóstico y tratamiento. *Revista Mexicana de Pediatría*, 71(6), 299-305.
- Carrado, T. (2007). Uncinariasis: Ciclo vital, cuadros clínicos, patofisiología y modelos animales. *Patología Clínica*, 54(3), 187-199.
- Centros de Control y Prevención de Enfermedades. (2015). *Protozoos intestinales no patógenos*. Recuperado de <https://www.cdc.gov/parasites/nonpathprotozoa/biology.html>

Centros de Control y Prevención de Enfermedades. (2017). *Blastocystishominis*. Recuperado de <https://www.cdc.gov/dpdx/blastocystis/index.html>

Centros de Control y Prevención de Enfermedades. (2017). *Giardiasis*. Recuperado de <https://www.cdc.gov/dpdx/giardiasis/index.html>

Centros de Control y Prevención de Enfermedades. (2018). *Ascarislumbricoides*. Recuperado de <https://www.cdc.gov/dpdx/ascariasis/index.html>

Centros de Control y Prevención de Enfermedades. (2018). *Chilomastixmesnili*. Recuperado de <https://www.cdc.gov/dpdx/chilomastix/index.html>

Coco, V., Molina, N., Basualdo, J. y Córdoba, M. (2017). *Blastocystisspp*: Avances, controversias y desafíos futuros, *Revista Argentina de Microbiología*, 49(1), 110-118.

Cortez, D., Estrada, M., Areas, K. y Tállez, A. (2008). Frecuencia de parásito intestinal en expendedores de alimentos ubicados en los recintos de la UNAN-León. *Universitas*, 2(2), 25-28.

Cruz, A. y Camango, B. (2001). *Glosario de términos en parasitología y ciencias afines*. Ciudad de México, México: Plaza y Valdez.

Defagot, L., Pizzi, H., Tomás, A., Pizzi, R. y Dib., M. (2013). Ascariasis: Un caso de muerte por asfixia. *Revista de Salud Pública*, 17(4), 31-39.

Flisser, A., Vargas, L. y Laclette, J. (2006). *Taeniasolium*: Un parásito cosmopolita. *Investigación y ciencia*, 210(356), 24-33.

- Fuentes, I., Gutiérrez, M. y Gárate, T. (2010). Diagnóstico de las parasitosis intestinales mediante detección de coproantígenos. *Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica*, 28(1), 33-39.
- Fundación parasitológica argentina. (s.f.). *Epidemiología y profilaxis de las parasitosis*. Recuperado de <http://www.fundacionrau.com.ar/noveda6.htm>
- Giustí, R. y Vásquez, J. (s.f.). Los billetes de polímero: La experiencia internacional. *Revista moneda*, 153(1), 19-23.
- Gomila, B., Toledo, R. y Sanchi, J. (2011). Amebas intestinales no patógenas: Una visión clinicoanalítica, *Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica*, 29(3), 20-28.
- Hospital Universitario de Getafe Getafe (2009). *Casos de microbiología clínica*. Recuperado de http://www.f-soria.es/admfSORIA/casos/img/caso_450.pdf
- Información farmacoterapéutica de la comarca. (2009). *Parásitos intestinales*. Recuperado de http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/apua-cuba/parasitosis_intestinales.pdf
- López, T. y López, R. (2003). Diagnóstico de parasitosis intestinales. *Asociación Española de Pediatría*, 1(1458), 143-149.
- Llop, A. (2001). *Microbiología y parasitología médicas*. La Habana, Cuba: Ciencias Médicas.
- Lujan, H. (2005). *Giardia y Giardiasis*. *Instituto de Investigaciones Médicas Mercedes y Martín Ferreyra*, 66(1), 70-74.
- Martos, D., Salido, F. y Fernández, M. (1993). *Microbiología Clínica Práctica*. Cadiz, España: Universidad de Cadiz.

- Minine, S., Janaina, D., Amorim, R. & Souza, M. (2015). Occurrence of intestinal parasites in paper money circulating in the local trade of the city of São Mateus, Espírito Santo, Brazil. *Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde*, 11(20), 12–19.
- Morales, P., Cazorla, D., Antequera, I., Navas, P. y Acosta, M. (2014). Contaminación de billetes con enteroparásitos en Coro, estado Falcón, Venezuela. *Boletín de malariología y salud ambiental*, 54(1), 38-46.
- Negróni, M. (2009). *Microbiología Estomatológica*. Buenos Aires, Argentina: Panamericana.
- Neel, R. (2012). Bacteriological examination of paper currency notes in tanga in Tanzania. *International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research*, 16(1), 9-12.
- Orji, N., Esiaka, E., Anyaegbunam, L., Obi, R., & Ezeagwuna, D. (2012). Parasite contamination of Nigerian currency (paper and polymer notes) in the Ihiala local government area of Anambra state, Nigeria. *The Internet Journal of Infectious Diseases*, 10(1), 38-46.
- Orso, P., Cantou, V., Rosano, K., Santos, K., Fernández, N., Berazategui, R y Giachetto, G. (2014). *Ascaris lumbricoides*: Complicaciones graves en niños hospitalizados en el Centro Hospitalario Pereira Rossell. *Pediatría del Uruguay*, 85(3), 149-154.
- Orta, N., Remedio, M., Serrano, G., Pérez, J. y Gimeno, C. (s.f.). Diagnóstico de las teniasis intestinales. Recuperado de <https://www.seimc.org/contenidos/ccs/revisiostematicas/parasitologia/Cestintes.pdf>
- Organización Panamericana de la Salud. (s.f.). *Parásitos intestinales*. Recuperado de https://www.paho.org/nic/index.php?option=com_docman&view=download&categ

ory_slug=documentos-estrategicos&alias=661-rotafolio-de-prevencion-de-parasitos-intestinales&Itemid=235

Pérez, J., Díaz, M., Pérez, A., Ferrere, F., Monje, B., Norman, F. y López, R. (2010). Tratamiento de las enfermedades causadas por parásitos. *Enfermedades infecciosas y microbiológica clínica*, 28(1), 44-59.

Reyes, L. y Chinchilla, M. (s.f.). *Blastocystishominis*: Morfología, patología y tratamiento. *Revista de Costa Rica y Ciencias Médicas*, 9(2), 171-179.

Rivera, M., Parte, M., Hurtado, P., Magaldi, L. y Collazo, M.(2002). *Giardiasis intestinal*. *Investigación Clínica*, 43(2),119-128.

Rosales, I. (2011). Determinación de parásitos intestinales en ensaladas crudas preparadas en varios hospitales de la ciudad de Guatemala. (Tesis de licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Guatemala, Guatemala.

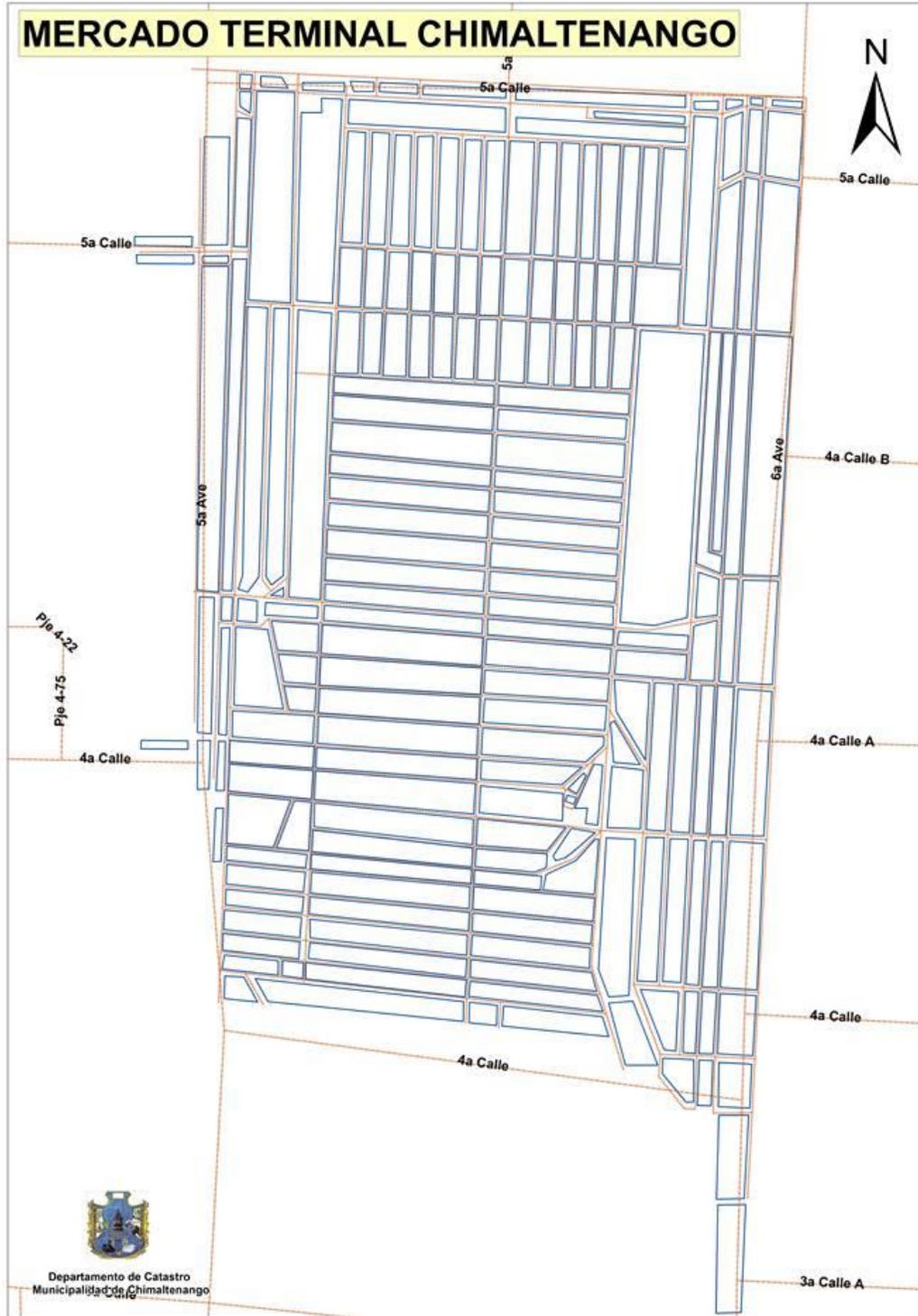
Salinas, J. y Gonzales, H. (2007). *Infección por Blastocystis*. *Revista de Gastroenterología del Perú*, 27(3), 264-274.

Universidad de Antioquia (2016). *Uncinarias*. Recuperado de <http://aprendeonline.udea.edu.co/lms/moodle/mod/page/view.php?id=101110>

Winn, W., Allen, S., Janda, W., Koneman, E., Procop, G. y Woods, G. (2009). *Koneman Diagnostico microbiológico*. Buenos Aires, Argentina: Panamericana.

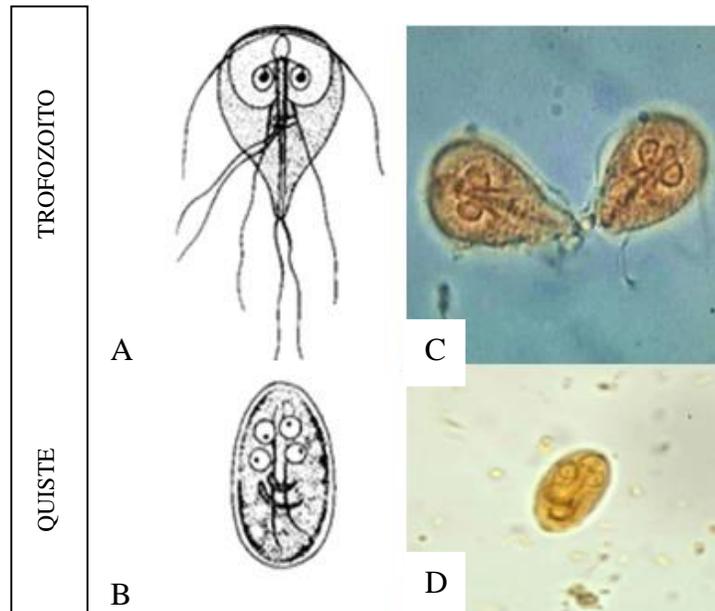
XIII. ANEXOS

Imagen 1 Mapa del mercado municipal la terminal



Fuente: Municipalidad de Chimaltenango, 2018

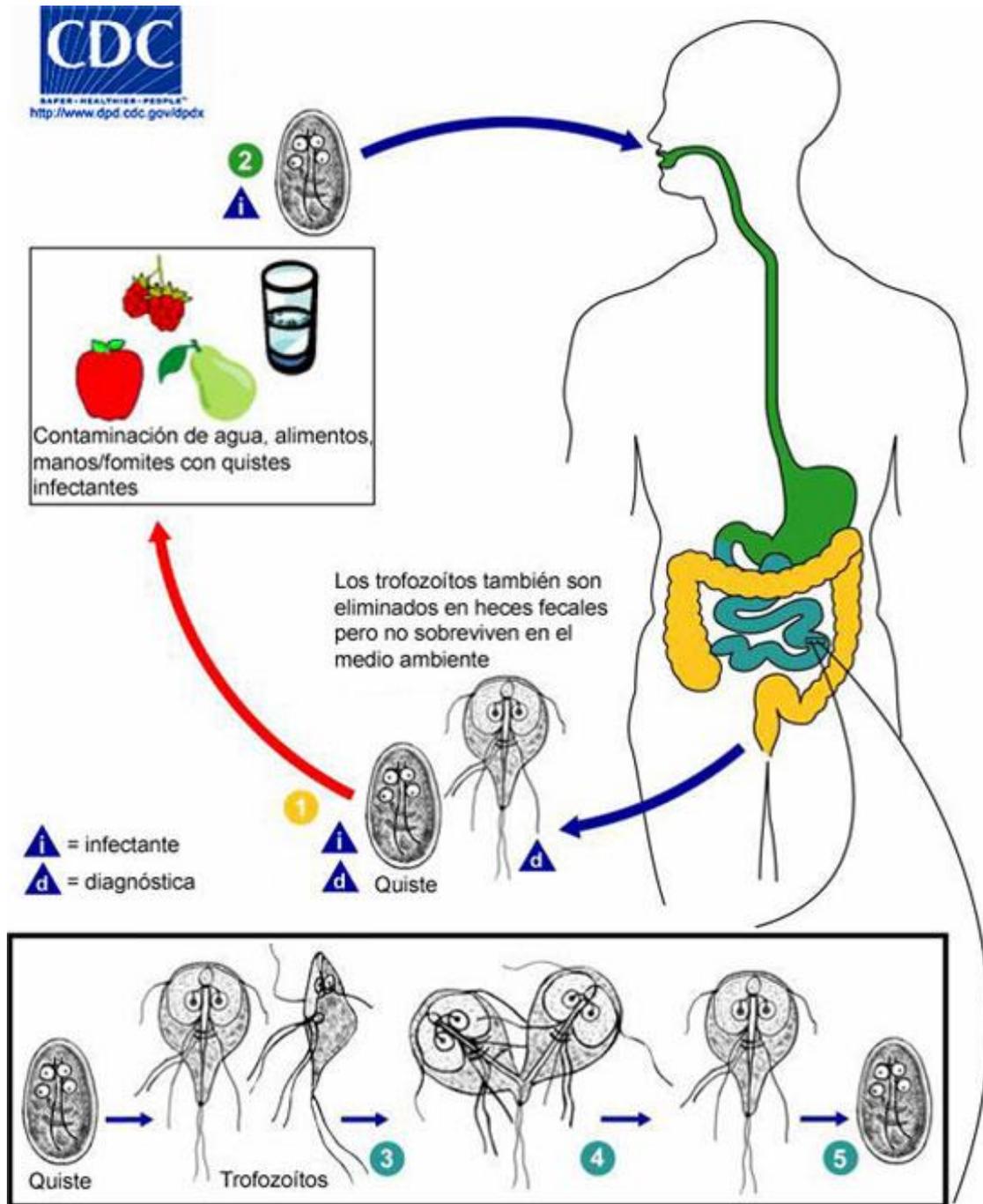
Anexo 1 Morfología de trofozoito y quiste de *Giardia lamblia*



En la figura a y b se puede observar dibujos de trofozoito y quiste de *G. lamblia*, y en la figura c y d se observan en tinción con lugol.

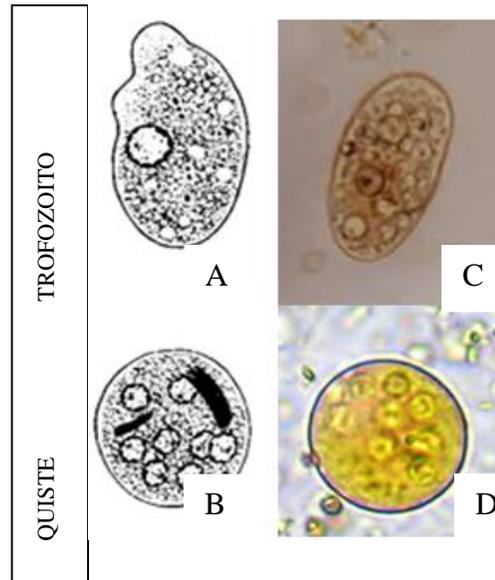
Fuente: UNAM. (s.f.). Giardiasis. Recuperado de <http://www.facmed.unam.mx/deptos/microbiologia/parasitologia/giardiasis.html>
CDC. (2017). Giardiasis. Recuperado de <https://www.cdc.gov/dpdx/giardiasis/index.html>
Medical CareDevelopment International. (2004). Parásitos intestinales: morfología comparativa. Recuperado de http://www.mcdinternational.org/trainings/malaria/spanish/DPDX/HTML/Frames/MorphologyTables/body_morph_figure2#Top

Anexo 2 Ciclo biológico de *Giardia lamblia*



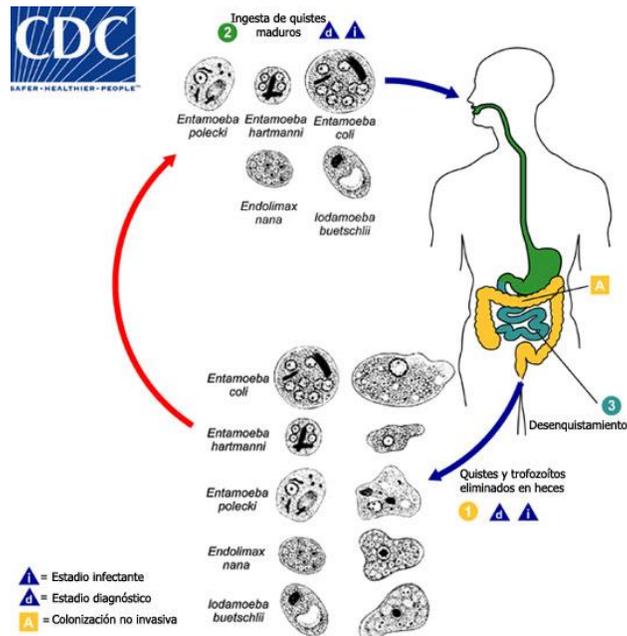
Fuente: CDC. (2017). Giardiasis. Recuperado de <https://www.cdc.gov/dpdx/giardiasis/index.html>

Anexo 3 Morfología de trofozoito y quiste de *Entamoeba coli*



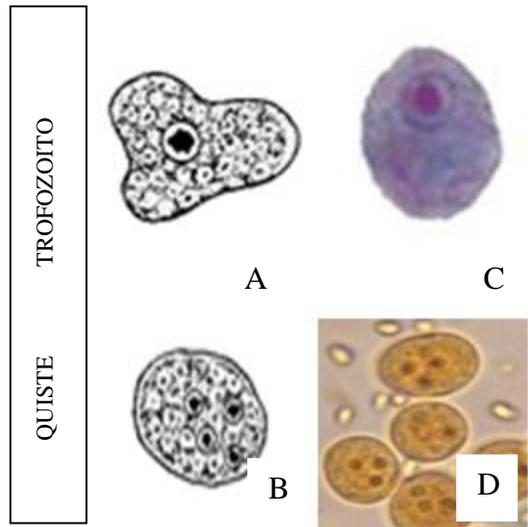
En la figura a y b se puede observar dibujos del trofozoito y quiste de *E. coli*, y en la figura c y d se observan en tinción con lugol.
Fuente: Universidad de Antioquia. *Entamoeba coli*. Recuperado de <http://aprendeenlinea.udea.edu.co/lms/Moodle/mod/page/view.php?id=101090>
 Medical CareDevelopment International. (2004). Parásitos intestinales: morfología comparativa. Recuperado de http://www.mcdinternational.org/trainings/malaria/spanish/DPDx/HTML/Frames/MorphologyTables/body_morph_figure2#Top

Anexo 4 Ciclo biológico de *Entamoeba coli* y *Endolimax nana*



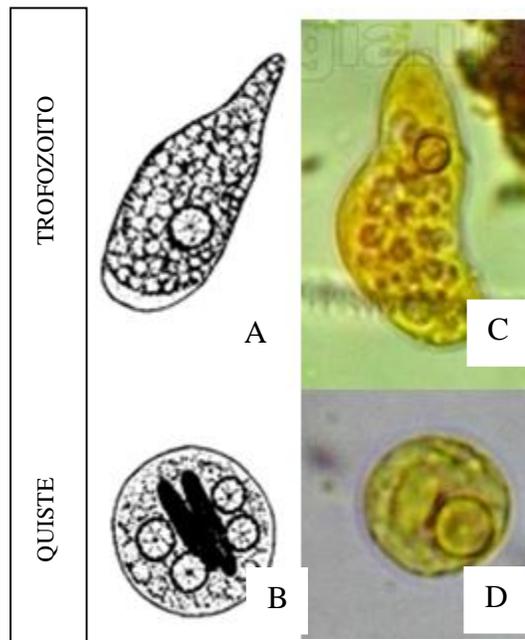
Fuente: CDC. (2015). Protozoos intestinales no patógenos. Recuperado de <https://www.cdc.gov/parasites/nonpathprotozoa/biology.html>

Anexo 5 Morfología de trofozoito y quiste de *Endolimax nana*



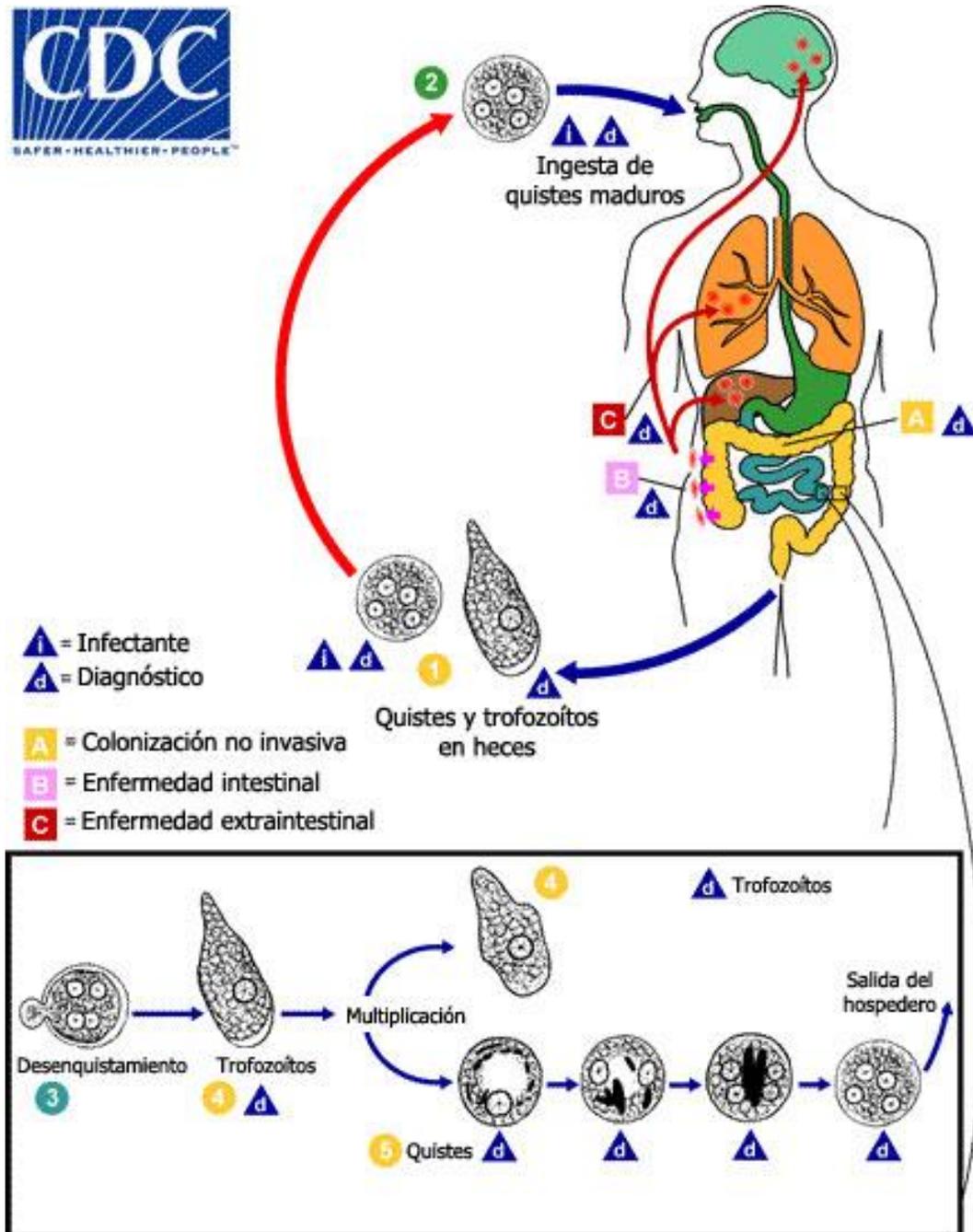
En la figura a y b se puede observar dibujos del trofozoito y quiste de *E. histolitica*, y en la figura c y d se observan en tinción con lugol.
Fuente: Medical CareDevelopment International. (2004). Parásitos intestinales: morfología comparativa. Recuperado de http://www.mcdinternational.org/trainings/malaria/spanish/DPDx/HTML/Frames/MorphologyTables/body_morph_figure2#Top Medical Laboratories. (s.f.). *Endolimax nana*. Recuperado de <http://www.medical-labs.net/endolimax-nana-parasite-trophozoite-and-cyst-2576/>

Anexo 6 Morfología de trofozoito y quiste de *Entamoeba histolytica/dispar*



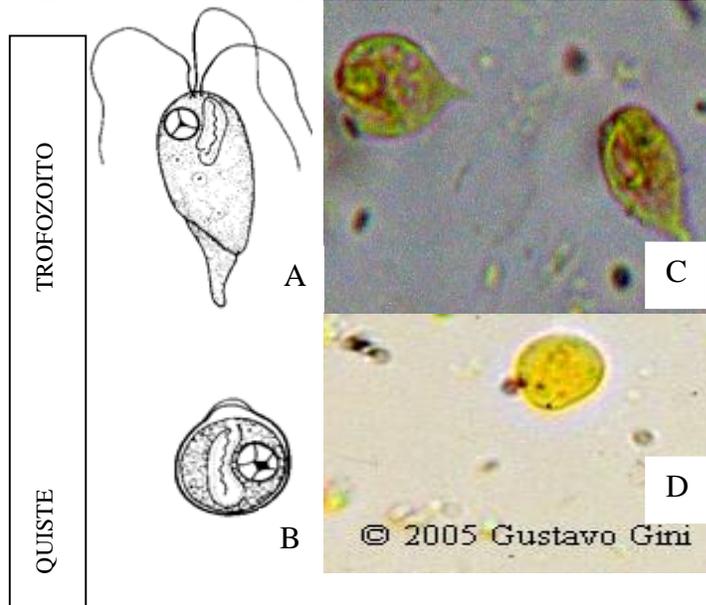
En la figura a y b se puede observar dibujos del trofozoito y quiste de *E. histolitica*, y en la figura c y d se observan en tinción con lugol..
Fuente: Universidad de Antioquia. *Entamoeba histolitica*. Recuperado de <http://aprendeenlinea.udea.edu.co/lms/moodle/mod/page/view.php?id=101088>

Anexo 7 Ciclo biológico de *Entamoeba histolytica/dispar*



Fuente: CDC. (2017). Amebiasis. Recuperado de <https://www.cdc.gov/dpdx/amebiasis/index.html>

Anexo 8 Morfología de trofozoito y quiste de *Chilomastix mesnili*

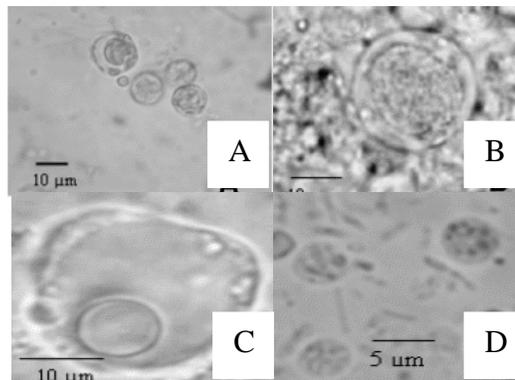


En la figura a y b se puede observar dibujos del trofozoito y quiste de *C. mesnili*, y en la figura c y d se observan en tinción con lugol.

Fuente: Universidad de Antioquia. *Entamoebacoli*. Recuperado de <http://aprendeonline.udea.edu.co/lms/Moodle/mod/page/view.php?id=101090>

Medical CareDevelopment International. (2004). Parásitos intestinales: morfología comparativa. Recuperado de http://www.mcdinternational.org/trainings/malaria/spanish/DPDx/HTML/Frames/MorphologyTables/body_morph_figure2#Top

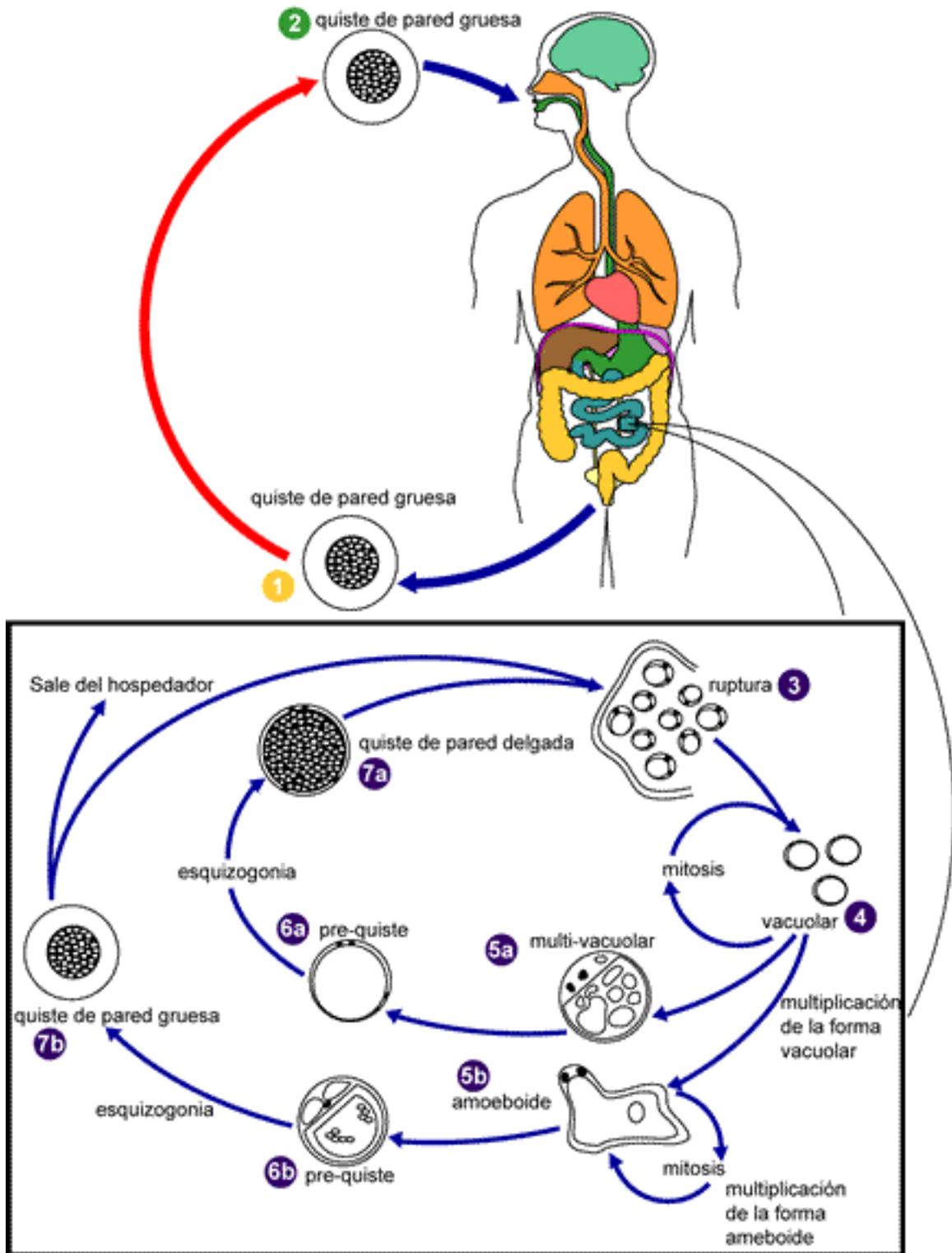
Anexo 9 Morfología de trofozoito y quiste de *Blastocystis hominis*



En la figura a se observa la forma vacuolar. B: Forma granular. C: Forma amebode. D:Forma quística.

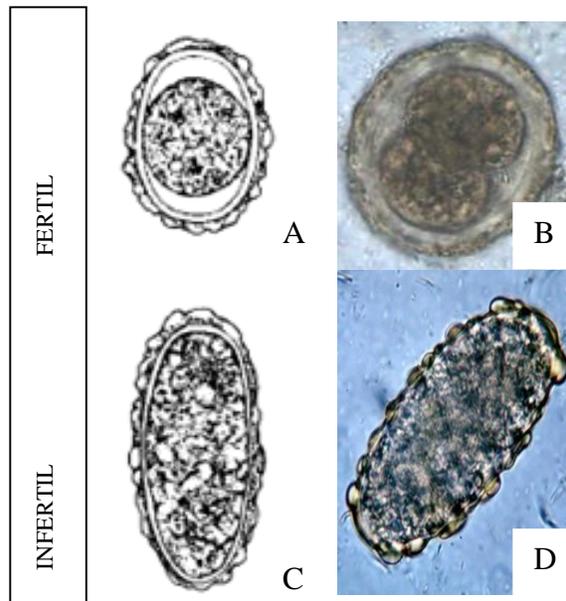
Fuente: Guzmán, C., Vethencourta, M., Pérez, M., Chacónb, N., Wagner, C., y Nesi, A. (2008). Comportamiento biológico de *Blastocystis hominis* en pacientes tratados con Secnidazol. *Revista Venezolana de microbiología*, 28(1).

Anexo 9 Ciclo biológico de *Blastocystis hominis*



Fuente: CDC. (2017). *Blastocystis hominis*. Recuperado de <https://www.cdc.gov/dpdx/blastocystis/index.html>

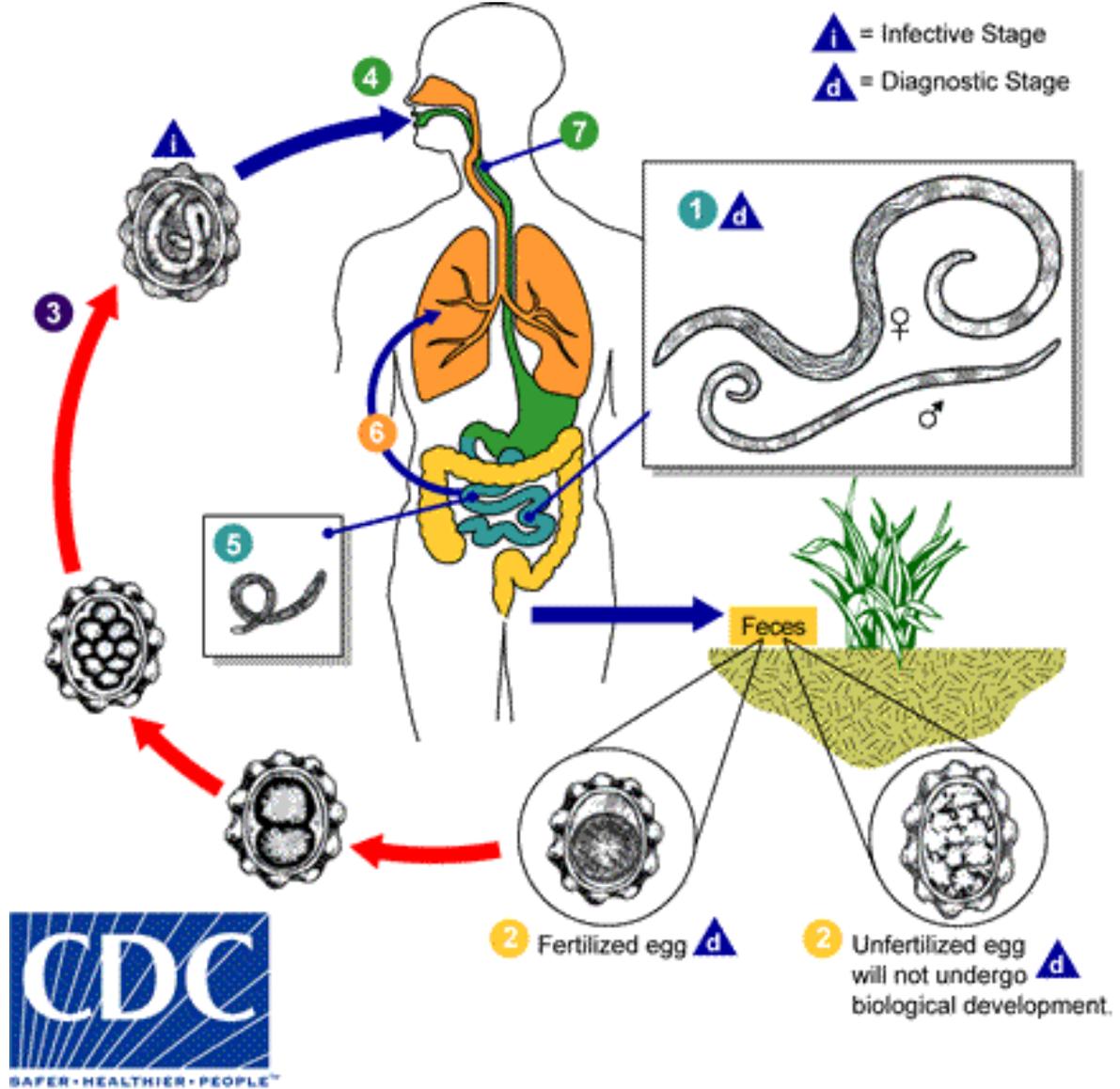
Anexo 10 Morfología de huevo de *Ascaris lumbricoides*



En la imagen A (Fértil) y B (Infértil) muestra esquemas de huevos de *A. lumbricoides* y en la imagen B (Fértil) y D (Infértil) en tinción de lugol.

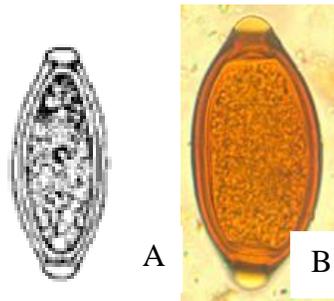
Fuente: Medical CareDevelopment International. (2004). Parasitos intestinales: morfología comparativa. Recuperado de http://www.mcdinternational.org/trainings/malaria/spanish/DPDx/HTML/Frames/MorphologyTables/body_morph_figure2#Top
CDC. (2018). Ascariasis. Recuperado de <https://www.cdc.gov/dpdx/ascariasis/index.html>

Anexo 10 Ciclo biológico de *Ascaris lumbricoides*



Fuente: Medical CareDevelopment International. (2004). Parasitos intestinales: morfología comparativa. Recuperado de http://www.mcdinternational.org/trainings/malaria/spanish/DPDx/HTML/Frames/MorphologyTables/body_morph_figure2#Top
 CDC. (2018). Ascariasis. Recuperado de <https://www.cdc.gov/dpdx/ascariasis/index.html>

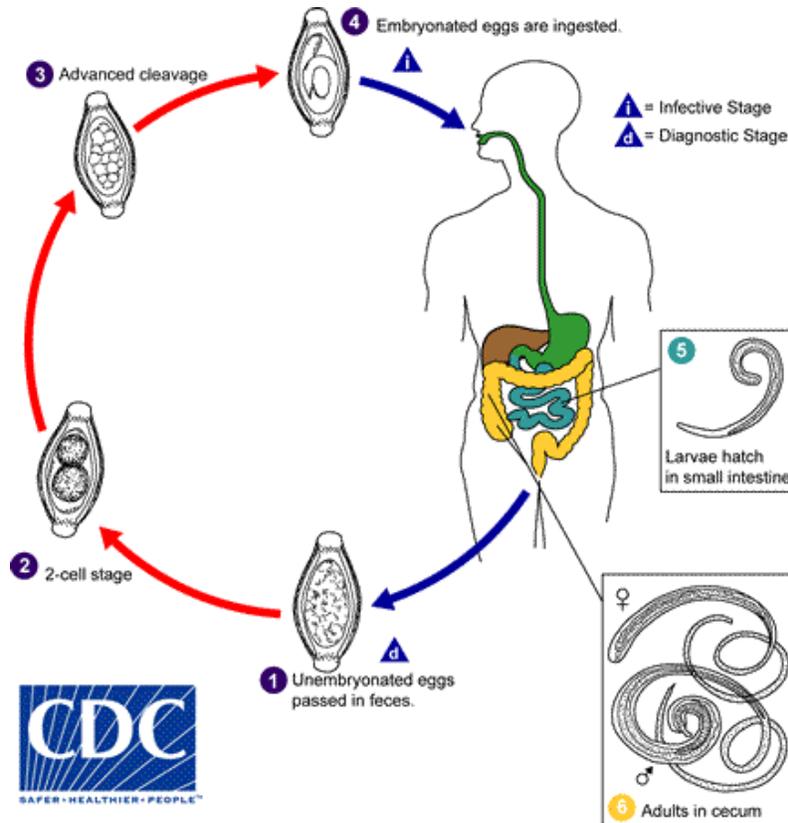
Anexo 10 Morfología de huevo de *Trichuris trichiura*



En la imagen A se muestra un esquema y en la B se muestra un huevo de *T. trichiura* en lugol.

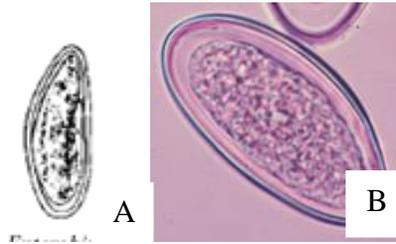
Fuente: Medical CareDevelopment International. (2004). Parásitos intestinales: morfología comparativa. Recuperado de http://www.mcdinternational.org/trainings/malaria/spanish/DPDx/HTML/Frames/MorphologyTables/body_morph_figure2#Top
CDC. (2017). Trichuriasis. Recuperado de <https://www.cdc.gov/dpdx/trichuriasis/index.html>

Anexo 11 Morfología de huevo de *Trichuris trichiura*



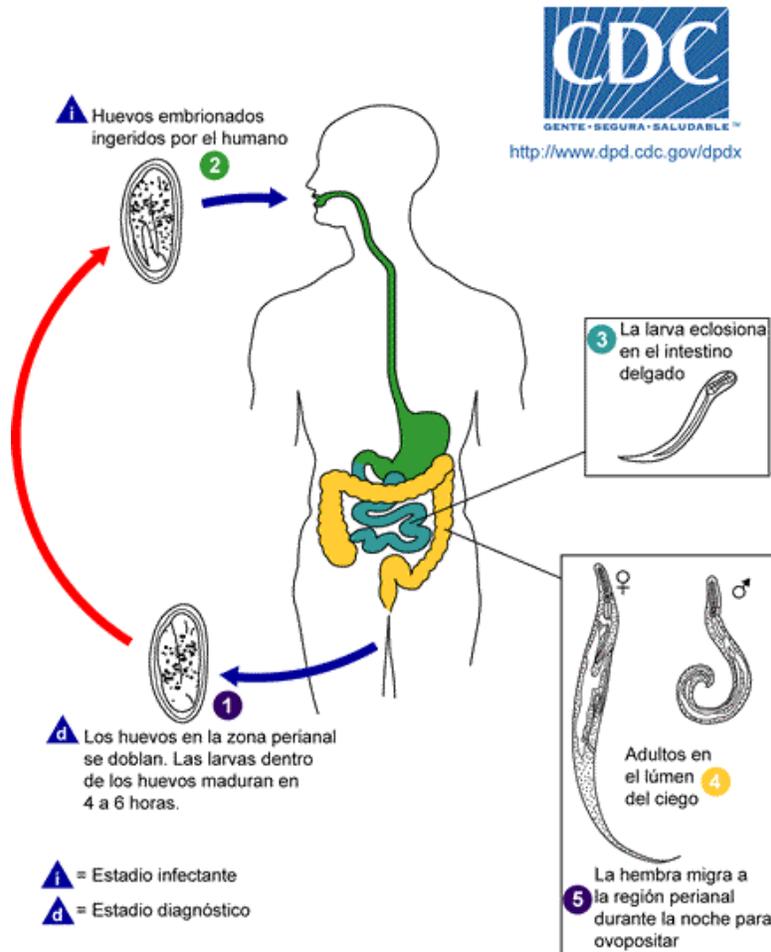
Fuente: CDC. (2017). Trichuriasis. Recuperado de <https://www.cdc.gov/dpdx/trichuriasis/index.html>

Anexo 12 Morfología de los huevos de *Enterius vermicularis*



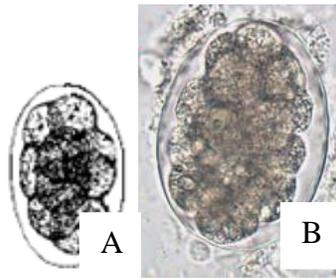
En la imagen A se observa un esquema de huevo de *E. vermicularis* y en la B se observa en solución salina.
Fuente: CDC. (2017). Enterobiasis. Recuperado de <https://www.cdc.gov/dpdx/enterobiasis/index.html>
 Medical CareDevelopment International. (2004). Parasitos intestinales: morfología comparativa. Recuperado de http://www.mcdinternational.org/trainings/malaria/spanish/DPDx/HTML/Frames/MorphologyTables/body_morph_figure2#Top

Anexo 13 Ciclo biológico de *Enterius vermicularis*



Fuente: CDC. (2017). Enterobiasis. Recuperado de <https://www.cdc.gov/dpdx/enterobiasis/index.htm>

Anexo 14 Morfología de los huevos de Uncinaria

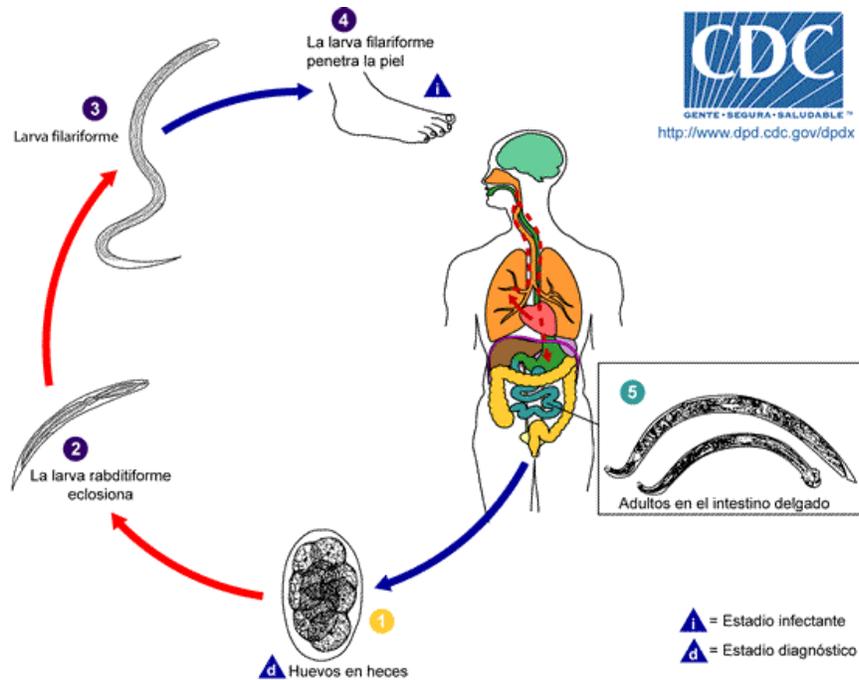


En la imagen A se puede observar un huevo de *Uncinaria* y en la B en solución salina.

Fuente: CDC. (2017). Hookworm. Recuperado de <https://www.cdc.gov/dpdx/hookworm/index.html>

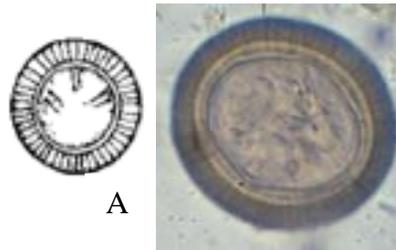
Medical CareDevelopment International. (2004). Parasitos intestinales: morfología comparativa. Recuperado de http://www.mcdinternational.org/trainings/malaria/spanish/DPDx/HTML/Frames/MorphologyTables/body_morph_figure2#Top

Anexo 15 Ciclo biológico de Uncinaria



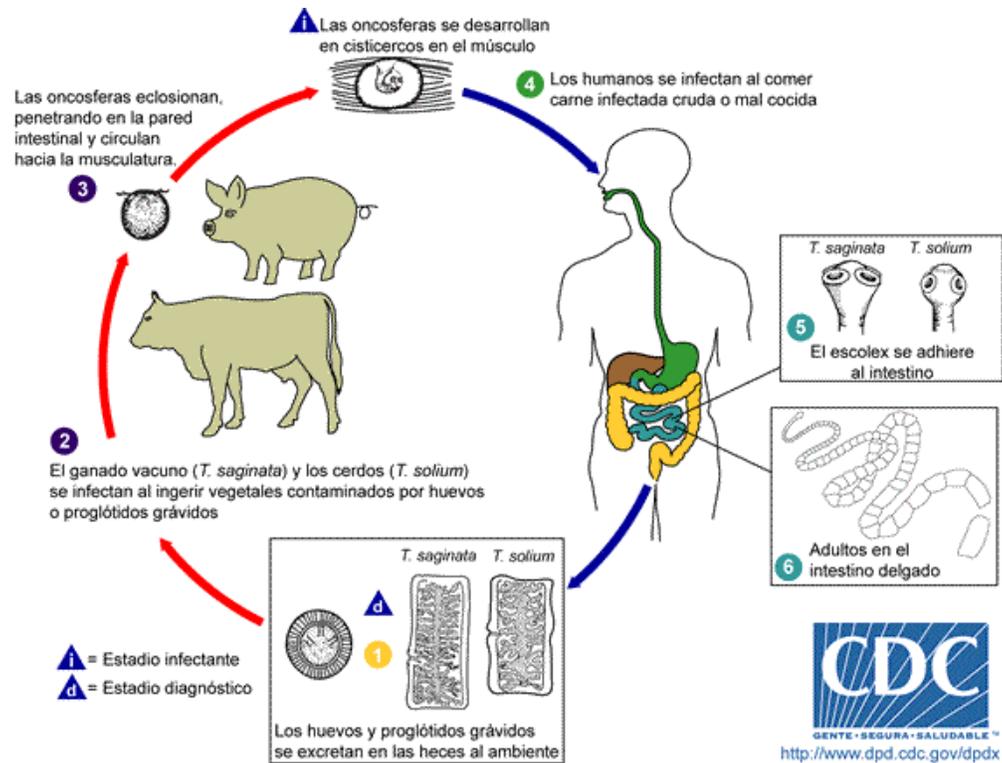
Fuente: CDC. (2017). Hookworm. Recuperado de <https://www.cdc.gov/dpdx/hookworm/index.html>

Anexo 16 Morfología de los huevos de *Taenia* sp



En la imagen A se puede observar un esquema de huevo de *Taenia* sp y en la B se observa en solución lugol.
Fuente: CDC. (2017). Taeniasis. Recuperado de <https://www.cdc.gov/dpdx/taeniasis/index.html>

Anexo 17 Ciclo biológico de *Taenia* sp



Fuente: CDC. (2017). Taeniasis. Recuperado de <https://www.cdc.gov/dpdx/taeniasis/index.html>

Anexo 17 Carta a la municipalidad de Chimaltenango

MUNICIPALIDAD DE CHIMALTENANGO
DIRECCION
RRHH. *Asignado a D.M.P.*

MUNICIPALIDAD DE CHIMALTENANGO
AUTORIZADO
RRHH.

23 de Julio del 2018

Lic. José Vladimir Ajsivinac Esquit
Director de Recursos Humanos Municipalidad de Chimaltenango

Estimado Lic. José Ajsivinac:

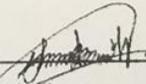
Por medio de la presente, me dirijo a usted muy respetuosamente para solicitar autorización de información general y mapa del mercado municipal Santa Teresita, misma que será utilizada para la realización de trabajo de investigación de tesis, que es un requisito para egresar de la Carrera de Química Biológica, dependiente de la Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC) y de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, en la que realizare dicho estudio titulado: **"Determinación de quistes de protozoos y huevos de helmintos en billetes de distinta denominación elaborados a base de papel moneda y polímero"**
La cual tiene los siguientes objetivos:

Objetivo general
Determinar quistes de protozoos y huevos de helmintos en billetes de distinta denominación elaborados a base de papel moneda y polímero en un mercado departamental de Guatemala

Objetivo específicos

1. Comparar y asociar la contaminación parasitaria de los billetes basada en su clasificación física por observación en: limpio, sucio, y muy sucio/mutilado.
2. Comparar y asociar la presencia de formas parasitarias en los billetes que son elaborados con papel moneda en denominación de Q10, Q20, Q50, Q100 y Q200, con los elaborados a base de polímero en denominación de Q1 y Q5.

Quedo a su disposición para cualquier duda o aclaración.
Sin otro particular, lo saludo cordialmente, atentamente.



Gabriel Alberto Estrada Meléndez
201317809
Estudiante de Química Biológica

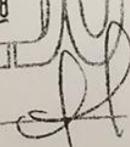
MUNICIPALIDAD DE CHIMALTENANGO
RECEBIDO
23 JUL 2018
B:ole FIRMA 

Tabla 1 Quistes de protozoos y huevos de helmintos encontrados en billetes de distinta denominación en diversos estudios

Autores	Billetes analizados	Porcentaje de billetes contaminados	Parásitos encontrados
<i>Minineet et al</i>	270	8.70	<i>Giardialamblia</i> ¹ <i>Entamoeba coli</i> ¹ <i>E. histolytica/E. dispar</i> ¹ <i>Ascaris lumbricoides</i> ² <i>Taenia sp</i> ²
<i>Orji et al</i>	640	27.4	<i>E. histolytica/E. dispar</i> ¹ <i>Ascaris lumbricoides</i>
	240	5.8	<i>Uncinaria</i> ² <i>Trichuris trichura</i> ² <i>Enterobius vermicularis</i> ²
<i>Butt et al</i>	81	13	<i>Entamoeba histolytica</i> <i>Giardialamblia</i> <i>Diphyllobothrium latum</i> ² <i>Schistosoma japonicum</i> ² <i>Ascaris</i> spp
<i>Morales et al</i>	155	42.16	<i>Enterobius vermicularis</i> <i>Giardialamblia</i> <i>Endolimax</i> sp <i>Chilomastix mesnili</i> <i>Blastocystis</i> sp
<i>Neel</i>	136	6.57	<i>Giardialamblia</i> <i>Entamoeba histolytica</i>

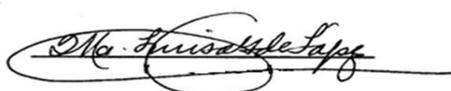
1: Protozoos; 2: Helmintos



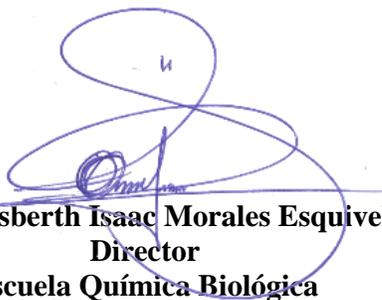
Gabriel Alberto Estrada Meléndez
Autor



M. Sc. Martín Néstor Fernando Gil Carrera
Asesor



Licda. María Luisa García Masaya de López
Revisora



MSc. Osberth Isaac Morales Esquivel
Director
Escuela Química Biológica



M.A. Pablo Ernesto Oliva Soto
Decano
Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia