

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA  
ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA**



**DETERMINACIÓN DE LA PRESENCIA DE OOQUISTES DE  
*Toxoplasma gondii* EN CUCARACHAS *Periplaneta  
americana* QUE HABITAN EN EL MERCADO COLÓN DE  
LA CIUDAD DE GUATEMALA**

**YOUSEF ANWAR TALGI TREJO**

**Médico Veterinario**

**GUATEMALA, OCTUBRE DE 2,016**

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA  
ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA**



**DETERMINACIÓN DE LA PRESENCIA DE OOQUISTES DE  
*Toxoplasma gondii* EN CUCARACHAS *Periplaneta americana* QUE  
HABITAN EN EL MERCADO COLÓN DE LA CIUDAD DE  
GUATEMALA**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN**

**PRESENTADO A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD**

**POR**

**YOUSEF ANWAR TALGI TREJO**

A conferírsele el título profesional de

**Médico Veterinario**

En el grado de Licenciado

**GUATEMALA, OCTUBRE DE 2,016**

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA  
JUNTA DIRECTIVA**

DECANO: M.Sc. Carlos Enrique Saavedra Vélez  
SECRETARIA: M.V. Blanca Josefina Zelaya Pineda  
VOCAL I: M.Sc. Juan José Prem González  
VOCAL II: Lic. Zoot. Edgar Amílcar Pimentel García  
VOCAL III: Lic. Zoot. Alex Rafael Salazar Melgar  
VOCAL V: Br. Javier Augusto Castro Vásquez

**ASESORES**

**M.A. MANUEL EDUARDO RODRÍGUEZ ZEA**

**M.V. LUIS ALFONSO MORALES RODRÍGUEZ**

**M.A. JAIME ROLANDO MÉNDEZ SOSA**

## HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En el cumplimiento con lo establecido por los reglamentos y normas de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración el trabajo de graduación titulado:

### **DETERMINACIÓN DE LA PRESENCIA DE OOQUISTES DE *Toxoplasma gondii* EN CUCARACHAS *Periplaneta americana* QUE HABITAN EN EL MERCADO COLÓN DE LA CIUDAD DE GUATEMALA**

Que fuera aprobado por la Honorable Junta Directiva de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

Como requisito previo a optar al título de:

## **MÉDICO VETERINARIO**

## **ACTO QUE DEDICO A**

- DIOS:** Por darme la vida y darme un hogar lleno de amor. Por darme la oportunidad de alcanzar este logro.
- VICTOR TALGI:** Mi papá mi gran ejemplo de vida y es a quien admiro, quien siempre me dio su apoyo y me dio su amor.
- SILVIA TREJO:** Mi mamá, quien es mi primer gran amor, por ser ese ángel que siempre me cuida en todos los momentos de mi vida. Por jalarme las orejas y hacerme un hombre de bien.
- MIS HERMANAS:** Manar, Raisa y Ragda. Mis tres amores, mis grandes compañeras de vida. Por todas esas sonrisas y alegrías que hemos compartido juntos.
- MIS ABUELITOS:** Marco Tulio Trejo y Norma de Trejo. Mis segundos papas, por ese amor de abuelos que es único, consejos y sabiduría.
- JOSÉ TALGI:** Mi abuelo, aunque ya no estés entre nosotros siempre te llevamos en el corazón. Por ser ese ángel que nos cuida y protege.
- TETA RADA:** Por su apoyo y amor, por llenarme la panza de comida árabe.

- SIGRID RAMÍREZ:** Mi Pingui, por apoyarme en todo, por darme ese amor incondicional, por ser esa persona que te motiva a ser mejor cada día. Por siempre creer en mí, te amo.
- MIS CUÑADOS:** Juan Luis, Mario y Gabriel.
- MIS TÍOS (AS):** Karla, Judith, Miriam, Edgar, Any, Danilo, Fuad, Jorge Luis, Alberto, Celeste, Jimmy y Jackelin. Por su apoyo y sabios consejos.
- MIS PRIMOS (AS):** Suseth, Samuel, Magda, Teresa, Daavid, Jesse, María Celeste, Jimena, Alberto, Rodrigo, Suad y Gamal. Por ser parte de mi vida y de mi felicidad.
- MIS SOBRINOS (AS):** Danita y al bebe. Por ser una luz en mi vida y una bendición.
- FAMILIA RAMÍREZ:** Por su apoyo y cariño.
- A MIS HERMANOS:** Feo y Vera. Por la amistad, alegrías y apoyo.
- MIS AMIGOS (AS):** Andrés, Oca, Furcio, Zamora, Carmencha, Tomasa, Claudia, Esgar, Carlitos, Repollito, Waleska, Godzuky, Chanchita, Serrano, Tepha, Vico, Deborah, Marero, Marcela, Misha, Alvarito Judith y Matusalem. Por ser parte de mi vida y logros.

## **AGRADECIMIENTOS**

- A:** Universidad de San Carlos de Guatemala y a la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, por darme la oportunidad de obtener mi formación Académica.
- A:** Las Unidades de Parasitología y Salud Pública por el apoyo en la realización de mi tesis.
- AL:** M.A. Manuel Rodríguez, por su dedicación, apoyo y enseñanza en la realización de mi investigación.
- A:** M.A. Ludwig Figueroa, M.A. Jaime Méndez y M.V Luis Morales, por su apoyo y tiempo en la realización de mi investigación.
- A:** M.Sc. Edy Meoño, M.Sc. Héctor Fuentes y PhD Dennis Guerra, por su tiempo, apoyo, enseñanzas y amistad.
- A:** La Unidad de Vida Silvestre, por la confianza depositada en mí y por la oportunidad de trabajar en mi pasión.
- A:** Ligia Ríos y Manuel Lepe, por el apoyo y colaboración para la finalización de mi investigación.

**A:**

Los catedráticos de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de San Carlos de Guatemala, por ser parte de mi formación académica.

## ÍNDICE

<b>I.</b>	<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>II.</b>	<b>HIPÓTESIS.....</b>	<b>3</b>
<b>III.</b>	<b>OBJETIVOS.....</b>	<b>4</b>
	3.1 Objetivo General.....	4
	3.2 Objetivo Específico.....	4
<b>IV.</b>	<b>REVISIÓN DE LITERATURA.....</b>	<b>5</b>
	4.1 <i>Toxoplasma goodii</i> .....	5
	4.1.1 Taxonomía.....	5
	4.1.2 Morfología.....	5
	4.1.3 Ciclo evolutivo.....	6
	4.1.4 Distribución geográfica.....	7
	4.2 <i>Toxoplasmosis</i> .....	7
	4.2.1 Definición.....	7
	4.2.2 Antecedentes.....	7
	4.2.3 Epidemiología.....	9
	4.2.4 Importancia en salud pública.....	10
	4.2.5 Signos.....	11
	4.2.5.1 Signos clínicos en el hombre.....	11
	4.2.5.2 Signos en los animales.....	12
	4.2.6 Transmisión.....	12
	4.2.6.1 Adquirida.....	13
	4.2.7 Diagnóstico.....	14
	4.2.7.1 Pruebas serológicas.....	14
	4.2.8 Tratamiento.....	16
	4.2.9 Prevención y control.....	16
	4.2.9.1 Animales.....	16
	4.2.9.2 Humanos.....	16
	4.3 <i>Periplaneta americana</i> .....	17

4.3.1	Taxonomía.....	17
4.3.2	Antecedentes históricos.....	17
4.3.3	Características de sus diferentes fases de crecimiento....	18
4.3.4	Ciclo de vida y reproducción.....	19
4.3.5	Alimentación.....	20
4.3.6	Resistencia y adaptabilidad.....	21
4.3.7	Importancia económica y médica.....	21
4.3.8	Enfermedades transmitidas por cucarachas y causadas por distintos agentes patógenos.....	22
4.3.8.1	Bacterias.....	22
4.3.8.2	Helmintos.....	23
4.3.8.3	Virus.....	23
4.2.8.4	Protozoarios.....	23
4.2.8.5	Hongos.....	24
4.3.9	Las inspecciones.....	24
<b>V.</b>	<b>MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>25</b>
5.1	Materiales.....	25
5.1.1	Recursos humanos.....	25
5.1.2	Recursos materiales.....	25
5.1.3	Recursos biológicos.....	26
5.1.4	Recursos químicos.....	26
5.1.5	Recursos de referencia.....	26
5.1.6	Lugar de estudio.....	26
5.2	Metodología.....	27
5.2.1	Captura de cucarachas.....	27
5.2.2	Preparación de la solución a inocular a ratones.....	27
5.2.3	Necropsia, toma y preparación de muestras.....	28
<b>VI.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>29</b>
<b>VII.</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>32</b>
<b>VIII.</b>	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>33</b>

<b>IX. RESUMEN.....</b>	<b>34</b>
<b>SUMMARY.....</b>	<b>36</b>
<b>X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>37</b>
<b>XI. ANEXOS.....</b>	<b>40</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

### **Cuadro No. 1**

Resultados de la presencia de ooquistes de *Toxoplasma gondii* en cucarachas *Periplaneta americana* cada muestra es el equivalente a 5 cucarachas.....29

### **Cuadro No. 2**

Resultados positivos (+) y negativos (-) a quiste tisular en órganos (cerebro, corazón y diafragma), en ratones inoculados oralmente, con 4.5 ml de las muestras finales (maceradero de cucaracha, suero fisiológico y antibiótico).....30

### **Cuadro No. 3**

Volúmenes de inoculación para roedores.....43

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura No. 1</b> Ciclo evolutivo de <i>T. gondii</i> .....	41
<b>Figura No. 2</b> Ciclo de vida de <i>Periplaneta americana</i> .....	41
<b>Figura No. 3</b> Clave para la identificación de <i>Periplaneta americana</i> .....	42
<b>Figura No. 4</b> Aparato digestivo de <i>Periplaneta americana</i> .....	43

## I. INTRODUCCIÓN

La toxoplasmosis es ocasionada por un protozoo llamado *Toxoplasma gondii*. La toxoplasmosis es una zoonosis de distribución mundial, siendo susceptibles a dicha enfermedad animales herbívoros, omnívoros y carnívoros, incluyendo a casi todos los mamíferos y aves. El gato es huésped definitivo, ya que en él se completa el ciclo biológico del parásito.

Los invertebrados como las cucarachas pueden contribuir a la difusión de los ooquistes, funcionando como huéspedes de transporte del parásito. La cucarachas tienen una distribución mundial y se consideran como plagas domésticas ya que se adaptan inmediatamente a una variedad de ambientes, por lo que siempre se está en contacto con ellas.

Dichos insectos, secretan sustancias mediante glándulas odoríferas o depositan sus excretas en los productos alimenticios, y ocasionan que éstos no puedan ser consumidos y se deban eliminar al estar contaminados por olores desagradables o, peor aún, por microorganismos patógenos que provocan graves enfermedades no sólo al ser humano, sino también a diferentes vertebrados.

Quizá el papel más importante que juegan las cucarachas en la vida de los vertebrados (incluyendo hombre) es como agentes transmisores de bacterias, virus, protozoos y helmintos, muchos de los cuales han sido y son problemas de primerísimo orden como productores de enfermedad y muerte. En el año 2008, Diana Ángel Orellana realizó su tesis donde encontró roedores positivos al protozoo en 3 mercados de la ciudad de Guatemala. En el año 2010, Juan de Dios Ríos Cruz determinó felinos positivos al protozoo en el mercado Colón, por lo que en los mercados de Guatemala está presente el *Toxoplasma gondii* y es de importancia en salud pública.

Por medio de esta investigación se pretende determinar la presencia de ooquistes de *Toxoplasma gondii* en cucarachas *Periplaneta americana* en el mercado Colón de la ciudad de Guatemala. Realizando inoculaciones orales a 30 ratones de laboratorio con maceraciones del insecto. A los 30 días post inoculación y se realizarán necropsias, esto para ver lesiones del protozoo en órganos y así determinar la presencia o no de ooquistes en cucarachas americanas.

## II. HIPÓTESIS

Existe presencia de ooquistes infectivos de *Toxoplasma gondii* en el tubo digestivo y exoesqueleto de cucarachas *Periplaneta americana* que habitan en el mercado Colón de la ciudad de Guatemala.

### III. OBJETIVOS

#### 3.1 Objetivo General

- Contribuir al conocimiento de la epidemiología de la toxoplasmosis en Guatemala.

#### 3.2 Objetivos Específicos

- Determinar la presencia de ooquistes de *Toxoplasma gondii* en cucarachas *Periplaneta americana* en el mercado Colón de la ciudad de Guatemala.
- Establecer que la cucaracha *Periplaneta americana* que habita en el mercado Colón, actúa como un potencial huésped de transporte de *Toxoplasma gondii*.

## IV. REVISIÓN DE LITERATURA

### 4.1 *Toxoplasma gondii*

#### 4.1.1 Taxonomía

Reino: Protista

Subreino: Protozoo

Phylum: Apicomplexa

Clase: Sporozoea

Subclase: Coccidia

Orden: Eucoccidiidae

Familia: Sarcocystidae

Genero: *Toxoplasma*

Especie: *Toxoplasma gondii*. (Xuenan ,2004)

#### 4.1.2 Morfología

- Ooquiste: Se encuentran en las heces de gatos, son semejantes a los de *Isospora bigemina* (formas pequeñas). Tienen forma esferoide, miden de 11-15 por 9-11 micras; contienen dos esporoquistes elipsoidales, cada uno con cuatro esporozoitos (Quiroz, 2005). Es altamente resistente al medio ambiente y es el responsable de infectar a otros animales incluyendo al hombre a través de diferentes formas. Cuando la humedad y la temperatura del ambiente son adecuados, el ooquiste esporula, formando esporozoitos.
- Taquizoito: Son estados asexuales de rápida división, la célula de huésped que contiene numerosos taquizoitos se llama pseudoquiste, tiene la forma de coma o como punta de flecha curvada; no tienen envoltura quística. (Quiroz,2005)

- Bradizoito: Estos a diferencia de los taquizoitos se dividen lentamente, tienen forma de coma y están rodeados de una verdadera membrana formando un quiste, parasitan diferentes células del organismo (Quiroz, 2005).

#### 4.1.3 Ciclo evolutivo

*Toxoplasma gondii* es un parásito intracelular de ciclo indirecto facultativo; los hospedadores definitivos son el gato y los félidos silvestres y los intermediarios pueden ser aves y mamíferos. La infección puede transmitirse entre hospedadores definitivos y entre los intermediarios. Los félidos eliminan los ooquistes junto con las heces, que luego de una esporogonia en el medio ambiente alojan en su interior dos esporocistos con cuatro esporozoitos cada uno. (Vignau, 2005)

Si un hospedador intermediario ingiere los ooquistes en su intestino se liberarán los esporozoitos y llegarán a diferentes células en las que se dividirán rápidamente, formando taquizoitos y luego bradizoitos lentamente. Los bradizoitos quedarán alojados dentro de quistes, preferentemente en músculos y sistema nervioso central. Esta etapa corresponde a la fase extraintestinal del ciclo y se cumple en los hospedadores intermediarios y en el definitivo.

En los félidos tiene lugar la fase intestinal del ciclo, durante la cual los bradizoitos, penetran en las células del epitelio intestinal, y comienza la gametogonia. Durante la gametogonia algunos merozoitos se diferencian en macrogametocitos y otros por división esquizogónica originan microgametocitos. Los microgametocitos flagelados abandonan las células en busca de los macrogametocitos y los fecundan dando origen a los cigotes. Éstos se rodean de una membrana quística y forman los ooquistes inmaduros que serán eliminados junto con las heces.

Los hospedadores intermediarios adquieren la infección por ingesta de ooquistes, bradizoitos contenidos en músculo o cerebro de sus presas habituales, o bien, por vía transplacentaria a través de taquizoitos. El período prepatente en los gatos es de 3 a 10 días si ingieren quistes tisulares y de 20 días si ingieren taquizoitos u ooquistes. (Vignau, 2005)

#### **4.1.4 Distribución geográfica**

Es mundial. Es un protozoo de las más difundidas en el mundo. Parece ser más frecuente en climas cálidos que en fríos, y en húmedos más que en los secos. (Acha, 1994).

### **4.2 Toxoplasmosis**

#### **4.2.1 Definición**

La Toxoplasmosis es una enfermedad parasitaria producida por el protozoo *Toxoplasma gondii*. (Vignau, 2005)

Se infectan animales herbívoros, omnívoros y carnívoros, incluyendo a casi todos los mamíferos y aves. Pero su huésped definitivo es el gato y otros felinos. (Quiroz, 2005)

#### **4.2.2 Antecedentes**

- El agente etiológico fue descubierto en 1908 por Nicolle y Monceaux, en un roedor de Túnez, el gundi por lo que de allí deriva su nombre científico.
- Hugo de Malo en 1910 aisló el parásito en un perro.
- 1913 se identificó en el hombre por primera vez y su descubridor fue Castelloni que lo encontró en un niño de Ceilán.

- En el año 1923 se realizó una evaluación de la infección humana en Janku y se consideró que es particularmente peligrosa para los niños.
- En 1942, Olafson y Manlux descubrieron la toxoplasmosis en gatos y se refirieron a la transmisión por consumo de carne mal cocida.
- Hutchison en 1965 hizo la observación que cuando los gatos comían ratones infectados por *Toxoplasma*, la infección podía volver a transmitirse al ratón u otros animales mediante las heces del gato, incluso durante su conservación en agua durante 1 o más años.
- En el año 1965, Horacio Mayer menciona en el boletín de la oficina sanitaria panamericana de Buenos Aires, Argentina, un estudio *in-vitro* donde se determinó que, en cucarachas *Periplaneta americana*, el *Toxoplasma gondii* puede sobrevivir no menos de 65 días.
- El conocimiento del ciclo evolutivo de *T. gondii* fue complementado con el hallazgo de las fases sexuales en el intestino del gato en el año de 1970.
- Bowie y otros, en 1997 realizaron un estudio sobre la probable contaminación del agua de consumo con *T. gondii*.
- En el año 2005, Ana Ruiz, Misael Chinchilla y Olga Guerrero mencionan un estudio realizado en Costa Rica donde se inoculó oralmente ooquistes de *Toxoplasma gondii* en pollos *Gallus domesticus* dando positivos a la infección *in vitro*.
- En el año 2008, Ángel determinó la presencia de quistes de *T. gondii* en roedores de mercados municipales de la ciudad de Guatemala.
- En el año 2010, Juan de Dios Ríos Cruz determinó las fases de desarrollo intestinal de *T. gondii* (A-E) por medio de la impronta de mucosa intestinal y corte histológico, post necropsia, así como oocistos a través de enema salino *in vivo*, en felinos procedentes del mercado Colón de la ciudad de Guatemala.

- Flores, en el año de 2013, determinó la prevalencia de roedores plaga infectados con quistes de *T. gondii*, en el mercado municipal de Panajachel, Sololá.

### 4.2.3 Epidemiología

Sólo los felinos son eliminadores de ooquistes y, para efectos epidemiológicos, en los animales domésticos y el hombre, el gato es el factor más importante en el ciclo biológico de este parásito. En las investigaciones realizadas hasta el momento, está demostrado que no hay toxoplasmosis en zonas en las que no haya gatos. (Cordero, 1999).

El gato puede adquirir la infección por tres vías: (Cordero, 1999).

- Ingestión de ooquistes eliminados con las heces de otro gato o de sí mismo.
- Ingestión de pseudoquistes con taquizoitos, por carnivorismo (caza de ratones, aves silvestres, etc.). es poco frecuente porque los pseudoquistes son muy lábiles.
- Ingestión de quistes con bradizoitos, por carnivorismo. Es la forma más frecuente.

Los carnívoros no felinos y las aves pueden infectarse por dos vías: (Cordero, 1999).

- Ingestión de ooquistes esporulados en el medio.
- Ingestión de quistes procedentes de la musculatura o vísceras de animales portadores.

Los herbívoros adquieren la infección por ingestión de ooquistes esporulados en los vegetales contaminados con heces de gato. (Cordero, 1999).

El hombre puede contaminarse por la ingestión de: (Cordero,1999).

- Carnes insuficientemente cocinadas de rumiantes, cerdos y aves.
- Tanto en el hombre como en el resto de los animales domésticos se puede producir una infección congénita por vía transplacentaria por invasión de taquizoitos.

Ooquistes esporulados procedentes de: (Cordero, 1999).

- Las heces de los gatos con los que convive (niños-tierra de parques).
- Los vegetales crudos mal lavados contaminados de heces de gato.

#### **4.2.4 Importancia en salud pública**

Los ooquistes serían la fuente principal de contaminación toxoplásmica, dada su capacidad para infectar mamíferos y aves; pero el canibalismo, el carnivorismo y, la infección congénita, pueden mantener la parasitosis en algunas poblaciones. (Vignau, 2005)

En la mayoría de los casos humanos, la toxoplasmosis es asintomática y tiene importancia, por las lesiones que produce en el feto por transmisión transplacentaria, por lo que deberían extremarse las medidas preventivas durante el mismo. Debe recordarse que el riesgo de infección está presente, aunque no se tenga contacto directo con gatos; puede haber contaminación de plazas, jardines, agua y alimentos con ooquistes. Además, otra vía de infección, son los quistes que pueden hallarse en las carnes de consumo. (Vignau, 2005)

Se demostró que *Toxoplasma gondii* sobrevive alrededor de 65 días en el organismo de *Periplaneta americana*, y que ésta, al ser ingerida, también puede transmitir la enfermedad. Además, se piensa que las cucarachas pudieran

desempeñar un papel importante en la cadena epidemiológica de la toxoplasmosis humana, ya que pueden ser alimento en perros y gatos. (Llop, 2001).

#### **4.2.5 Signos**

##### **4.2.5.1 Signos clínicos en el hombre**

- **Primaria o Postnatal Adquirida:** *T. gondii* probablemente es uno de los parásitos mejor adaptados, capaz de vivir por largos períodos de tiempo en un huésped. Para una persona inmuno competente, raramente ocasiona enfermedad, mientras que para una persona inmunodeprimida, generalmente presenta manifestaciones tales como: debilidad, fatiga, cefalea, mialgia, artralgia, y presentar leves cuadros de fiebre. Estas manifestaciones puede durar de una a varias semanas y luego desaparecer. La toxoplasmosis por tener manifestaciones clínicas parecidas a otras enfermedades, generalmente no es diagnosticada como tal. Se le atribuyen más, cuando dichas manifestaciones están acompañadas de linfadenopatía. Signos frecuentes: fiebre, linfadenopatía, cefalea, mialgia, anorexia, artralgia, confusión, náusea, dolor ocular y dolor abdominal. (Acha, 1994; Dubey, 1988)
- **Secundaria o Congénita:** cuando una mujer embarazada es infecta con *T.gondii*, se puede transmitir el parásito vía transplacentaria al feto. Una mujer no puede transmitir la infección en embarazos subsecuentes. Cuando una mujer es infectada en el primer tercio del embarazo, los riesgos para la vida del feto son mayores (aborto y muerte fetal), que cuando las mujeres se infectan en los últimos dos tercios del embarazo. Signos frecuentes: retinocoroiditis, encefalomiелitis, anemia, convulsiones, calcificación intracraneal, hidrocefalia, fiebre, esplenomegalia, hepatomegalia,

linfadenopatía y en muchas ocasiones, la infección prenatal se presenta subclínica al nacimiento. (Acha, 1994)

#### **4.2.5.2 Signos en los animales**

- En el gato, la neumonía es la manifestación clínica importante. Los síntomas más comunes son: depresión, anorexia, letargia, fiebre, tos, ictericia, emesis, diarrea, parálisis, estupor, hepatitis, necrosis pancreática, miositis, miocarditis, comportamiento agresivo y muerte súbita. La toxoplasmosis ocular en el gato es muy poco común. También puede presentarse asintomático. (Acha, 1994)
- En otros animales (caninos, oveja, aves, suinos, etc) los signos más importantes son: anemia, anorexia, emaciación, disnea, fiebre, tonsilitis, neumonía, encefalitis, ataxia, temores, mialgia, tensión de la pared abdominal, esplenomegalia, hepatomegalia, diarrea y abortos. (Acha, 1994)
- Cuando se da la transmisión congénita, se puede transmitir la enfermedad al feto, y los animales luego de nacidos pueden presentar: disnea, ataxia, encefalitis, diarrea, neumonía y esplenomegalia. (Acha, 1994)

#### **4.2.6 Transmisión**

La principal forma de transmisión de *Toxoplasma gondii* es a través de las deyecciones del gato. Un gato infectado puede excretar ooquistes en sus heces por sólo una vez en un período corto de tiempo. Estos ooquistes esporulan en el ambiente, en un tiempo determinado por la temperatura, humedad y otros factores ambientales. La duración de la excreción de estos ooquistes, puede durar aproximadamente de 1 a 3 semanas y raramente se repite, sólo en casos

especiales en donde se presenta una inmunodepresión. (Acha, 1994; Dubey, 1988).

De un solo gato, pueden esporular millones de ooquistes, capaces de sobrevivir en la tierra por un año o más, por lo que el riesgo de infección es alto. Algunos insectos pueden servir como vectores mecánicos de los ooquistes de *T. gondii*; como por ejemplo, los ooquistes pueden estar en la superficie del exoesqueleto de moscas, cucarachas y gusanos de tierra, esto depende de condiciones climáticas (lluvia, nieve, etc.) (Dubey,1988)

- Congénita (Madre al feto): Producida por taquizoitos, organismos incapaces de sobrevivir fuera del hospedero y son destruidos por secreciones gástricas. Por lo que una de las formas en las que pueden infectar es por medio de la placenta, afectando de esta manera al feto. En los humanos, sólo puede haber transmisión congénita cuando una mujer ha sufrido una exposición primaria durante el embarazo. (Acha, 1994). La transmisión congénita en el humano es auto limitante y sólo se puede presentar una vez, mientras que en animales como ratones, ratas, hámsters y otros pequeños mamíferos, la transmisión congénita se puede producir repetidamente hasta infectar 10 ó más generaciones. (Dubey,1988).

#### **4.2.6.1 Adquirida**

- Por medio de la ingestión de alimentos o agua contaminada con ooquistes. Es el único medio de infección de los herbívoros y uno de los medios de infección de carnívoros y omnívoros. (Incluyendo al hombre). (Dubey, 1988).
- Por medio del consumo de carne con quistes. Este se puede dar por el consumo de carne cruda o mal cocida. En el caso de carnívoros y omnívoros (Incluyendo al hombre). (Acha 1994).

- Por medio de la transfusión de paquetes leucocitarios con la presencia de taquizoitos. (Acha 1994).
- Por medio de la contaminación de utensilios de cocina y de las manos durante la preparación de los alimentos. (Acha 1994).
- Limpieza de areneros o jardines sin protección en las manos. (Dubey, 1988).

#### **4.2.7 Diagnóstico**

El diagnóstico de la toxoplasmosis basado en datos clínicos es difícil, debiendo recurrirse a demostrar los toxoplasmas o los anticuerpos antitoxoplasma.

Las técnicas de diagnóstico más utilizadas son:

- Aislamiento de *T. gondii* mediante involución de material sospechoso al ratón, que es probablemente el animal más útil ya que es muy sensible a la infección y raramente la padece. (Soulsby, 1987).

##### **4.2.7.1 Pruebas serológicas**

- Detección de IgM por la técnica de ELISA: Las IgM se llevan a cabo de 1 a 2 semanas pi y persiste durante al menos 12 a 16 semanas. (Cordero, 1999).
- Detección de IgG mediante IFI, aglutinación directa, HAI, etc. Las IgG se elevan a las 2 a 4 semanas pi y persisten sus niveles al menos durante un año. No obstante un solo título positivo de IgG no permite distinguir infección activa de la crónica. (Cordero, 1999).
- Hemoaglutinación: La hemoaglutinación pasiva es una prueba que ha ido ganando aceptación, y actualmente se utiliza como prueba serológica rutinaria en muchos laboratorios. (Soulsby, 1987).

- Crío preservación: los taquizoitos, los bradizoitos y los esporozoitos de *T. gondii* pueden ser preservados por medio de la congelación y sobreviven mejor con dimetilsulfóxido (DMSO) que sin él. Este método es utilizado para inocularlos posteriormente en medios de cultivo o en ratones. (Dubey, 1988).
- Análisis coprológico: en el gato, los típicos ooquistes se detectan en el análisis coprológico utilizando métodos de sedimentación (Método de Telemann) o de flotación (sulfato de zinc). En todos los casos es necesario el diagnóstico diferencial con el resto de los coccidios propios del gato. (Cordero, 1999).
- Métodos histológicos: biopsias o cortes de tejidos en donde se observan los taquizoitos; al momento de las necropsias, por medio de tinciones como PAS o H.E; sin embargo, se observa mejor en frotis por impresión teñidos con la tinción de Wright o Giemsa. (Dubey, 1988).
- Dye-test: se basa en que los anticuerpos y un factor accesorio (un factor sérico semejante al complemento, probablemente la properdina) modifican los toxoplasmas vivos de forma que no pueden teñirse con el azul de metileno aun ph de 11. Las formas proliferativas de *T. gondii* que no han sido modificadas por los anticuerpos se tiñen rápidamente cuantificándose los resultados mediante la observación de la dilución mas alta de suero que modifica el 50% de los toxoplasmas presentes en una suspensión estándar. Se necesita cierta práctica para realizar e interpretar esta prueba por lo que son adecuados los laboratorios en los que de forma rutinaria se llevan a cabo encuestas serológicas. Debido a la exigencia de esta prueba y, a veces, a la dificultad de obtener suero con el factor accesorio, muchos laboratorios de diagnóstico ha dejado de utilizarla. Se dice que el método tiene peligros, porque se utilizan para su confección parásitos vivos. (Soulsby, 1987).

#### **4.2.8 Tratamiento**

La clindamicina es el tratamiento de elección de la toxoplasmosis clínica en el perro (10 a 20 mg/kg cada 12 horas por 2 semanas) como en el gato (12 a 25 mg/Kg cada 12 horas por 2 semanas) por vía parenteral, ya que por la vía oral se produce casos de intolerancia con cuadros de anorexia, vómitos y diarrea. La espiramicina es el antibiótico de elección en el tratamiento de toxoplasmosis en hembras gestantes. (Cordero,1999).

#### **4.2.9 Prevención y control**

##### **4.2.9.1 Animales**

- No alimentarlos con carne cruda o vísceras. (Soulsby,1987)
- Mantener a los gatos dentro de la casa para evitar la caza de roedores. (Soulsby,1987)
- Gatos callejeros deben ser castrados para controlar la sobrepoblación de éstos. (Soulsby,1987)
- Controlar plagas como moscas, lombrices y cucarachas por que puede ser transportadores mecánicos de ooquistes y contaminar los alimentos. (Soulsby, 1987).

##### **4.2.9.2 Humanos**

- La higiene permanente de las manos después de estar con gatos. (Vignau,2005)
- El empleo de guantes en tareas de jardinería que disminuye el riesgo de manipuleo pasivo de excrementos con ooquistes. (Vignau,2005)
- La ingesta de carnes bien cocidas. (Vignau,2005)

- Los ooquistes pueden ser destruidos mediante la utilización de agua hirviendo, por contacto durante 5 minutos. (Vignau,2005)
- Los quistes no resisten el calor durante la cocción de las carnes de consumo, ni el frío a temperatura de congelación. (Vignau,2005)
- Lavar vegetales antes de consumirlos, ya que éstos pueden estar contaminados con heces de gato. (Vignau, 2005)

### **4.3 *Periplaneta americana***

#### **4.3.1 Taxonomía**

Reino: Animalia

Phylum: Arthropoda

Clase: Insecta

Subclase: Pterygota

Orden: Blattodea

Familia: Blattidae

Género: Periplaneta

Especie: *P. americana*. (Llop, 2001)

#### **4.3.2 Antecedentes históricos**

Bajo el nombre común de “cucarachas” se conoce a los insectos pertenecientes al orden Blattodea, familia Blattidae, parientes cercanos de las “mantis” (orden Mantodea) y de las termitas (orden Isoptera), conformando los tres grupos el superorden Dictyoptera. Los blátidos son uno de los grupos más primitivos y antiguos, pues su aparición en la Tierra, de acuerdo con los registros fósiles, data del período Carbonífero superior, ésto es, hace unos 300 millones de años.

Un estudio de dichos restos ha demostrado que sus características estructurales como lo son la forma del cuerpo, venación de las alas y aparato bucal han permanecido casi inalterables a lo largo de ese tiempo, lo que demuestra una eficiencia funcional y sean consideradas “fósiles vivientes”. (Pedraza,2011)

#### **4.3.3 Características de sus diferentes fases de crecimiento**

- **Huevo:** Las hembras de las cucarachas americanas ponen sus huevos en una endurecida caja de huevos llamada ooteca. Aproximadamente una semana después del apareamiento la hembra producirá una ooteca y en la cima de su período reproductivo, se pueden formar alrededor de dos ootecas por semana (Bell 1981). Las hembras, en promedio, producen un saco de huevos una vez al mes durante diez meses por lo que producen 16 huevos por cada ooteca. La hembra deposita la ooteca cerca de una fuente de alimento, ya sea simplemente dejarlo caer o pegarla a una superficie con una secreción de producida por su boca. La ooteca depositada contiene agua suficiente para que los huevos se desarrollen sin recibir agua adicional del sustrato (Bell 1981). El huevo es de color marrón cuando se deposita y se vuelve negro en un día o dos. Un huevo mide unos 8 mm de largo y 5 mm de altura. (Barbara, 2000).
- **Larva o ninfa:** La etapa de ninfa comienza cuando el huevo eclosiona y termina como un adulto. El número de veces que una cucaracha americana muda su exoesqueleto varía de 6 a 14 veces (Bell 1981). El primer estadio de cucaracha americana es de color blanco, inmediatamente después de la eclosión se convierte entonces en un marrón grisáceo. Después de mudar los estadios de las ninfas de cucarachas, son de color blanco y luego convertirse en un color marrón rojizo uniformemente con los márgenes posteriores de la columna torácica y segmentos abdominales que son de un

color más oscuro. Las alas no están presentes en los estadios ninfales y las almohadillas de la peluca se hacen evidentes en el tercero o cuarto estadio. El Desarrollo completo de huevo a adulto es de unos 600 días. Las ninfas así como los adultos se alimentan de forma activa para la comida y el agua. (Barbara, 2000).

- **Adulto:** La cucaracha americana adulta es de color marrón rojizo en apariencia con una banda marrón pálido o amarillo alrededor del borde del pronoto. Los machos son más largos que las hembras porque sus alas se extienden entre 4 y 8 mm más allá de la punta del abdomen. Los machos y las hembras tienen un par de delgados, cercos articulado en el extremo del abdomen. Las cucarachas macho tienen 18 a 19 segmentos en su cerci, mientras que la hembra tiene entre 13 y 14 segmentos. Las cucarachas americanas macho tienen un par de palpadores entre el Cerci mientras que las hembras no lo tienen. (Barbara, 2000).

#### **4.3.4 Ciclo de vida y reproducción**

Existe dimorfismo sexual, coexistiendo machos y hembras, siendo estas últimas de mayor talla. La culminación de la madurez sexual da paso a la reproducción del mismo tipo, período durante el cual la hembra atrae al macho mediante feromonas sexuales secretadas por glándulas especializadas y, tras el reconocimiento de los sexos, el macho deposita en el orificio genital femenino el espermatóforo (bolsa que contiene los espermatozoides), concluyendo así la cópula. Días después se realiza la fecundación de los óvulos y la hembra aglutina los huevecillos dentro de una bolsa u ooteca – estructura dura, hermética, revestida de feromonas de repulsión, a fin de ahuyentar a los depredadores, que contiene un número variable de huevecillos de acuerdo con la especie.

La ooteca es depositada en un sitio protegido de los rayos solares para evitar su desecación y en el que, a la vez, exista suficiente alimento para los nuevos individuos. Al final del proceso, sólo resta la incubación de los huevos y la eclosión de las ninfas. Las cucarachas son consideradas insectos ovíparos. Los tiempos de desarrollo ninfal, ciclo de vida, duración de la etapa adulta y número de generaciones al año, están fuertemente influidos por factores como la temperatura, humedad, abundancia o escasez de alimento y sexo del individuo. (Pedraza, 2011)

Estos factores determinan la variación en ocasiones notables de esos valores de duración de una especie a otra, e incluso dentro de la misma. Cabe señalar que también suele presentarse, aunque en menor medida y como un mecanismo de defensa, prevención y supervivencia de la especie, el fenómeno de la partenogénesis, reproducción asexual en la que los óvulos se desarrollan sin que hayan sido fertilizados por el macho. (Pedraza, 2011)

#### **4.3.5 Alimentación**

Siendo las cucarachas las más omnívoras, entre los omnívoros, son capaces de alimentarse de todo lo que encuentren: pegamento, herrumbre, concreto, cuero, ropa, pero prefieren, sobre todo, materia orgánica en descomposición con alto contenido en almidón y grasas. El éxito de su alimentación católica (enteramente de todo) se debe a que su tubo digestivo contiene simbiosis muy diversos, bacterias digestivas que le ayudan a la degradación de los alimentos. (Pedraza, 2011)

Investigadores en Costa Rica han encontrado que las cucarachas australiana, americana y de Madeira, se infectan con el protozoo *Toxoplasma gondii* luego de alimentarse de heces fecales de gatos infectados. Esto sugiere, la posibilidad del papel que juega la cucaracha en el mantenimiento y diseminación

de este parásito, que causa la toxoplasmosis en humanos, gatos y otros animales. (Chinchilla, 1976).

#### **4.3.6 Resistencia y adaptabilidad**

Son tan resistentes que pueden permanecer a una temperatura de  $-4^{\circ}\text{C}$  sin morir; una vez que se les retira de esas condiciones y pasados 20 minutos, se normalizan completamente sus funciones. Pueden adaptarse a un ayuno total de agua y comida por un mes, manteniéndose en estado de diapausa (casi detención total de actividades metabólicas); soportan dos meses con sólo agua y cinco meses a base de comida, ya que pueden absorber la humedad directamente de los alimentos a través de su cuerpo; incluso, el resto de su organismo puede sobrevivir dos semanas sin cabeza. También es sorprendente su poder adaptativo a la acción de los insecticidas.

Ello se debe, por una parte, al papel de ciertas enzimas que poseen, las cuales desdoblán e inactivan los insecticidas, transformándolos en sustancias inocuas y, por otra, a la capacidad de mutación de algunas proteínas del sistema nervioso que al cambiar su configuración química bloquean la acción de los insecticidas y explican el éxito de los blátidos. Además, al secretar antibióticos sobre su cutícula (exoesqueleto), las cucarachas son invulnerables al ataque de hongos, bacterias, virus u otros agentes patógenos que se adhieren superficialmente o viven en su interior. (Pedraza, 2011)

#### **4.3.7 Importancia económica y médica**

Son de las más desagradables plagas de las habitaciones humanas. Se encuentran en muchas clases de alimentos, y comen muchos de ellos, lo decoloran y machan con sus materias fecales, y dejan tras de ellos un desagradable olor. Además del verdadero daño que producen, estos escurridizos insectos se consideran como un peligro público y signo de suciedad. En

consecuencias los países gastan grandes cantidades de dinero para su eliminación y control. (Ross, 1978)

Dichos insectos, al regurgitar su comida, parcialmente digerida, secretan sustancias mediante glándulas odoríferas o depositan sus excretas en los productos alimenticios, y ocasionan que éstos no puedan ser consumidos por lo que deban eliminarse al estar contaminados por olores desagradables o, peor aún, por microorganismos patógenos que provocan graves enfermedades no sólo al ser humano sino a diferentes vertebrados. Esto acrecienta aún más las pérdidas por los costos laborales, médicos, sanitarios, que implica la afectación y restauración de la salud. Desde el punto de vista médico, se ha demostrado que varias especies de cucarachas, particularmente las domésticas entre las que destacan: *Blattella germanica*, cucaracha alemana o rubia; *Blatta orientalis*, cucaracha oriental, negra, del Viejo Mundo, común, y *Periplaneta americana*, cucaracha americana, se encuentran infestadas por alrededor de 40 especies de bacterias patógenas, y también están asociadas con virus, hongos, helmintos y protozoarios.

El papel que desempeñan las cucarachas es el de actuar como transmisores de dichos microorganismos –los cuales se alojan en su interior y expulsan mediante la regurgitación y las deyecciones– y fungir como vectores externos, transportando en la superficie del cuerpo el agente infeccioso. (Pedraza, 2011)

#### **4.3.8 Enfermedades transmitidas por cucarachas y causadas por distintos agentes patógenos**

##### **4.3.8.1 Bacterias**

- Lepra (*Mycobacterium leprae*).
- Peste bubónica (*Pasteurella pestis*).

- Disentería y diarrea (*Shigella alcalescens*, *S. paradysenteriae*).
- Gastroenteritis, infecciones respiratorias (*Pseudomonas aeruginosa*).
- Tumores y abscesos (*Staphylococcus aureus*).
- Infecciones urogenitales, neumonía (*Klebsiella pneumoniae*).
- Diarrea, infección de heridas (*Escherichia coli*).
- Gastroenteritis, infección intestinal, fiebre tifoidea (*Salmonella*, siete especies). (Pedraza,2011).

#### 4.3.8.2 Helmintos

- Ascariasis (abscesos hepáticos) (*Ascaris lumbricoides* o lombriz intestinal).
- Teniasis (apendicitis, obstrucción intestinal) (*Taenia saginata* solitaria).
- Uncinariasis (hemorragia intestinal, anemia) (*Ancylostoma duodenale*, *Necator americanus*).
- Himenolepiasis (hemorragia intestinal, anemia) (*Hymenolepis nana*).
- Tricuriasis (disentería, anemia, apendicitis) (*Trichuris trichiura*)
- (Pedraza, 2011).

#### 4.3.8.3 Virus

- Poliomiелitis o parálisis infantil (poliovirus).
- Hepatitis (virus hepatotropos A, B, C). (Pedraza, 2011)

#### 4.3.8.4 Protozoarios

- Blantidiasis (diarrea, disentería) (*Balantidium coli*).
- Amibiasis intestinal (diarrea, disentería) (*Entamoeba histolytica*).
- Giardiasis (diarrea, disentería) (*Giardia intestinalis*).

- Toxoplasmosis (afectaciones graves en corazón, hígado, ojos) (*Toxoplasma gondii*). (Pedraza, 2011).

#### **4.3.8.5 Hongos**

- Aspergilosis (asma, tuberculosis, neumonía) (*Aspergillus fumigatus*, *A. niger*). (Pedraza, 2011).

#### **4.3.9 Las inspecciones**

Las cucarachas americanas son menos comunes en los estados nortños que las cucarachas alemanas y orientales. Busque cucarachas americanas en las áreas de gran calor o de mucha humedad. Las heces de las cucarachas americanas pueden ser tan grandes como el excremento de los ratones. Las cucarachas americanas son conocidas como “ebrias (borrachas) de nacimiento”, por su deseo de líquidos fermentados que a menudo es muy fuerte.

Existen muchos ejemplos de restaurantes o dueños de cantinas que encuentran cucarachas americanas en botellas de cerveza parcialmente vacías. El pan remojado con cerveza puede ser usado para atraerlas. Las inspecciones continuas, incluyendo las trampas, son muy importantes porque estas cucarachas viven por mucho tiempo. (Ogg, 2006)

## **V. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **5.1 Materiales**

#### **5.1.1 Recursos humanos**

- 3 Médicos Veterinarios asesores
- 1 estudiante tesista.
- Técnico de laboratorio.
- Administrador del mercado
- Inspectores municipales.

#### **5.1.2 Recursos materiales**

- Toallas de papel.
- Mortero.
- Pistilo.
- Combustible.
- Vehículo.
- Caja plástica.
- Cámara fotográfica digital.
- Lentes protectores para uso en laboratorio.
- Caja de guantes de látex.
- Equipo quirúrgico para necropsias.
- Jaulas para ratones.
- Viruta como sustrato.
- Alimento balanceado de perro.
- Jeringas de un 1 ml.
- Mascarillas descartables.
- Útiles de oficina (hojas de papel, bolígrafos, etc.)

- Aspiradora convencional (1.5 caballos)

### **5.1.3 Recursos biológicos**

- 30 Ratones de laboratorio.
- Cucarachas.

### **5.1.4 Recursos químicos**

- PBS.
- Suero fisiológico.
- Antibióticos.
- Verde de malaquita al 2%

### **5.1.5 Centros de referencia**

- Internet
- Biblioteca de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia.
- Biblioteca de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.
- Biblioteca del Departamento de Parasitología de la facultad de Medicina Veterinaria Y Zootecnia.

### **5.1.6 Lugar de estudio**

La ciudad Guatemala se encuentra a una altura de 1500 sobre el nivel del mar. El mercado Colón donde se llevará a cabo el estudio se ubica en la siguiente dirección: 13 Avenida, entre 6 calle "A" y 7 calle "A" de la zona 1.

## **5.2 Metodología**

### **5.2.1 Captura de cucarachas**

Se realizó el muestro por conveniencia, para lo cual se hicieron dos muestreos semanales por un período de 3 semanas. En cada muestreo se realizó un aspirado utilizando una aspiradora convencional de 1.5 HP en áreas cercanas donde las cucarachas tienen su nido (cerca de zonas húmedas, drenajes, reposaderas, etc) y también se realizó colecta manual de las mismas. El aspirado y la colecta manual se llevaron a cabo por la mañana y las cucarachas capturadas se almacenaron en caja plásticas, luego se retiraron, y se llevaron inmediatamente al laboratorio. Las cucarachas se tipificaron en el laboratorio de Parasitología de la Universidad San Carlos de Guatemala, solamente se seleccionaron las cucarachas *Periplaneta americana* para realizar el procedimiento de laboratorio.

### **5.2.2 Preparación de la solución a inocular a ratones**

Ya tipificadas las cucarachas, se realizaron macerados (cinco cucarachas completas por macerado), a cada macerado se le agregó una solución fisiológica. Seguidamente a esto, se realizó un tamizado con gasa para evitar la mayor cantidad de sólidos en la muestra. Posteriormente a cada muestra obtenida se le agregó una gota de verde de malaquita al 2% esto para colorear los ooquistes. Posteriormente se realizaron cinco centrifugaciones a 3000 rpm por 5 minutos, luego de la centrifugación también se descartó cinco veces el sobrenadante. El sedimento final obtenido, se colocó una gota en una lamina portaobjetos y se cubrió con una laminilla cubreobjetos, en donde se observó, por medio del microscopio en el objetivo 40x y 100x ooquistes de *Toxoplasma gondii*. Las muestras negativas a presencia de ooquistes de *Toxoplasma gondii* fueron descartadas. Para juntar las 30 muestras positivas para la inoculación fue necesario realizar ochenta y seis macerados.

Ya determinadas las muestras, en treinta cajas petri se agrego 10 ml suero fisiológico y los sedimentos finales de las treinta muestras. Estas se incubaron a 37° C por 15 días para que esporularán los ooquistes. Seguido a esto se agrego más solución fisiológica y un antibiótico. Esta solución final fue la que se inoculó a los 30 ratones por vía oral (4.5ml de solución final por animal). A los 30 días post inoculación, los ratones se sacrificaron y se les realizó necropsia.

### **5.2.3 Necropsia, toma y preparación de muestras**

Se inicio con la separación de la cabeza del ratón a nivel de la articulación Atlanto-occipital, se limpió la superficie del cráneo y retiraron los tejidos. (Parsonneault, 2005).

Se realizó, con la ayuda de una tijera, dos cortes laterales longitudinales del cráneo, en dirección a craneal, iniciando a nivel de hueso occipital. Luego se extrajo el cerebro con pinzas. Luego se hizo una incisión transversal entre el tórax y el abdomen y luego una longitudinal por la línea media, a lo largo del tórax. Se debridaron los tejidos que cubren el tórax par poder cortar y retirar el esternón. Posteriormente se retiró corazón y diafragma. (Parsonneault, 2005)

Se macero cada tejido obtenido (corazón, cerebro y diafragma), individualmente, en un mortero con la ayuda de un pistilo y se le agregó 5 ml de solución PBS (buffer fosfato salino). El macerado se tamizó, luego se centrifugo a 3000rpm por 5 minutos, luego se descartó el sobrenadante y solo quedó el sedimento. A este sedimento se le agregó de nuevo 2ml de solución PBS y se volvió a centrifugar por el mismo tiempo y velocidad. Se repitió el procedimiento anterior una vez más. El sedimento final se colocó en una lámina porta y se cubrió con una laminilla cubreobjetos, en donde se observó por medio del microscopio en objetivo 100X, quistes viables de *Toxoplasma gondii*. (Omata,1989)

## VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se determinó la presencia de ooquistes de *Toxoplasma gondii* en cucarachas *Periplaneta americana* del mercado Colón de la ciudad de Guatemala (ver cuadro No.1).

**Cuadro No.1 Resultados de la presencia de ooquistes de *Toxoplasma gondii* en cucarachas *Periplaneta americana* cada muestra es el equivalente a 5 cucarachas**

Grado de infestación	Muestras
Negativo	56
Infestación leve (+)	26
Infestación Moderada (++)	4
Infestación grave (+++)	0
Infestación letal(++++)	0
Total	86

Fuente. Elaboración propia

Los resultados anteriores nos orientan a que las cucarachas son portadores de ooquistes de *Toxoplasma gondii*, pero no sabemos si los transportan en el exoesqueleto o el tubo digestivo, ya que las cucarachas se maceraron completamente mezclándose el contenido interno con el exterior de la cucaracha. El sedimento de la muestra se coloreó con verde de malaquita al 2% para mejorar la observación de los ooquistes en el microscopio (Castro, 2004). De las 86 muestras en total, 26 fueron grado de infestación leve y 4 con grado de infestación moderada dando un total de 30 muestras positivas. No todas las muestras fueron positivas ya que hay varios factores que pudieron hacer variar los resultados, como por ejemplo que los ooquistes que estuvieran adheridos al exoesqueleto, pudieron caerse por la captura con aspirado, mientras las que fueron capturadas manualmente, los ooquistes siguieron adheridos al exoesqueleto.

Para confirmar la presencia de ooquistes se realizó un segundo muestreo donde se inocularon ratones con el macerado final de cucaracha. Esto para mejorar los resultados finales. Es decir, si las cucarachas tienen ooquistes de

*Toxoplasma gondii*, y si los tienen demostrar que son viables para poder infectar al ratón y hacer que el parásito desarrolle conforme a eso su ciclo biológico y así formar quistes tisulares en órganos de ratones. Por lo que los resultados fueron positivos, ya que las cucarachas tienen ooquistes viables de *Toxoplasma gondii*, ya que se formaron quistes tisulares en corazón, cerebro y diafragma en ratones inoculados. De esta forma se logró establecer que la cucaracha *Periplaneta americana* que habita en el mercado Colón de la ciudad de Guatemala actúa como huésped de transporte de *Toxoplasma gondii* (ver cuadro No.2).

**Cuadro No.2 Resultados positivos (+) y negativos (-) a quiste tisular en órganos (cerebro, corazón y diafragma), en ratones inoculados oralmente con 4.5 ml de las muestras finales (macerado de cucaracha, suero fisiológico y antibiótico)**

Ratón	Órganos		
	Cerebro	Corazón	Diafragma
1	+	-	-
2	+	+	-
3	-	-	-
4	-	+	-
5	-	-	-
6	-	-	-
7	-	+	-
8	-	-	-
9	-	-	-
10	-	-	+
11	-	-	-
12	-	-	-
13	-	-	-
14	-	-	-
15	-	-	-
16	-	-	+
17	-	-	-
18	-	-	-
19	-	-	-
20	-	-	-
21	-	-	-
22	-	-	-
23	-	-	-
24	-	-	-
25	-	+	-
26	-	-	-
27	-	-	-
28	-	-	-
29	-	-	-
30	-	-	-
TOTAL (8 órganos positivos)	2	4	2

Fuente: Elaboración propia

En los resultados se encontró que 7 ratones (23.33%) son positivos y 23 ratones (76.66%) negativos a la presencia de quiste tisular a los 30 días post inoculación. Esto resultados nos hacen confirmar que algunos ooquistes observados en microscopio eran viables por lo que se pudieron formar quistes tisulares en los ratones inoculados con la muestra final de cucaracha.

También se puede mencionar que las muestras negativas pudieron ser afectadas por varios aspectos, como lo son: el tiempo, la temperatura y la humedad, que no eran lo suficientemente adecuadas para que los ooquistes esporularan. Pero también podrían haber sido ooquiste no viables.

El órgano más afectado fue el corazón, luego el diafragma y por último cerebro. Esto se debe a que el tiempo desde la inoculación hasta el sacrificio fue de 30 días, por lo que el *Toxoplasma gondii* desde la segunda semana post inoculación al parásito, empieza la formación del quiste tisular principalmente en órganos de respuesta inmune limitada, como los es en corazón y en diafragma (Muñiz, 2004).

Para llegar a cerebro se tarda más tiempo porque debe atravesar la barrera hemato-encefálica, los monocitos parasitados pueden migrar a través de la barrera hemato-encefálica y así promover la entrada del parásito a este órgano (Muñiz, 2004).

Por último cabe mencionar que en el mercado Colón de la ciudad de Guatemala se dan las condiciones necesarias para que el *Toxoplasma gondii* cumpla su ciclo biológico eficientemente, ya que hay presencia de gatos, roedores, condiciones climáticas y artrópodos.

## VII. CONCLUSIONES

- Las cucarachas *Periplaneta americana* poseen ooquistes viables de *Toxoplasma gondii*, por lo que son fuentes de transmisión del parásito.
- La cucaracha *Periplaneta americana* funciona como huésped de transporte de *Toxoplasma gondii* en el mercado Colón de la ciudad de Guatemala. Esto hace que la transmisión a humanos sea probable, por la exposición de los alimentos al contacto con cucarachas.

## VIII. RECOMENDACIONES

- Realizar estudios para determinar el área donde se alojan los ooquistes de *Toxoplasma gondii* en la cucaracha (Exoesqueleto, tubo digestivo o en ambos).
- Las personas que adquieran productos del mercado, deben siempre lavar las frutas y verduras, ya que las cucarachas son una plaga en el mercado y tienen contacto con alimentos para consumo humano, ya que las cucarachas no solo son portadoras de *Toxoplasma gondii* sino también de otras enfermedades transmisibles al hombre.
- Dar capacitaciones a los locatarios del mercado, para que implementen medidas de higiene, necesarias para la limpieza de las áreas que tengan contacto con los productos que expenden.
- A la administración de mercados de Guatemala, implementar medidas de limpieza de los establecimientos tanto en el exterior como interior y evaluar los programas de control de plagas.
- Hacer estudios posteriores, ya que las cucarachas portan patógenos importantes en la salud pública.
- Implementar medidas de sanidad para reducir la población de gatos y roedores dentro del mercado, ésto, para poder interrumpir el ciclo evolutivo de *Toxoplasma gondii*.

## IX. RESUMEN

La toxoplasmosis es ocasionada por un protozoo llamado *Toxoplasma gondii*. La toxoplasmosis es una zoonosis de distribución mundial. Los invertebrados como las cucarachas pueden contribuir a la difusión de los ooquistes, funcionando como huéspedes de transporte del parásito. Quizá el papel más importante que juegan las cucarachas en la vida de los vertebrados (incluyendo hombre) es como agentes transmisores de bacterias, virus, protozoos y helmintos, muchos de los cuales han sido y son problemas de primerísimo orden como productores de enfermedad y muerte.

Realicé dicho estudio para determinar la presencia de ooquistes de *Toxoplasma gondii* en cucarachas *Periplaneta americana* en el mercado Colón de la ciudad de Guatemala.

Se recolectaron las cucarachas en el mercado Colón aproximadamente 440 insectos. Ya colectadas se llevaron al laboratorio para preparar las muestras correspondientes y se realizó el macerado. A cada macerado se le agregó una solución fisiológica y verde de malaquita al 2%. Seguidamente a esto, se realizó un tamizado. Posteriormente a cada muestra obtenida, se le realizó cinco centrifugaciones a 3000 rpm por 5 minutos, como también se descartó cinco veces el sobrenadante. Luego se llevo al microscopio observando en el objetivo 40x y 100x ooquistes de *Toxoplasma gondii*. Se procesaron 86 (cinco cucarachas por muestra) muestras en total, de las cuales 26 fueron grado de infestación leve y 4 con grado de infestación moderada dando un total de 30 muestras positivas. Las muestras negativas a presencia de ooquistes de *Toxoplasma gondii* fueron descartas. Las 30 muestras positivas, se incubaron por 15 días a 37°C. El sedimento final ya incubado se le agrego antibiótico. Se inocularon oralmente los 30 ratones de laboratorio, luego se realizó necropsias a los 30 días post inoculación. A la necropsia se encontraron 7 ratones positivos de 30, los

resultados sugieren que la cucaracha es un huésped de transporte de ooquistes viables de *Toxoplasma gondii*.

## SUMMARY

Toxoplasmosis is caused by a protozoan called *Toxoplasma gondii*. Toxoplasmosis is a zoonosis of worldwide distribution. Invertebrates such as cockroaches can contribute to the spread of oocysts, functioning as transport guests parasite. Perhaps the most important role of cockroaches in the life of vertebrates (including man) is as transmitters of bacteria, viruses, protozoa and helminths, many of which have been and are problems of the highest order as producers of illness and death.

I conducted this study to determine the presence of *Toxoplasma gondii* oocysts in *Periplaneta americana* cockroaches in the Colón market of Guatemala City. Cockroaches about 440 insects were collected in the Colón market. They were collected and taken to the laboratory to prepare the corresponding samples and mashing was performed. Each macerated was added a physiological malachite green solution and 2%. Following this, a screening was performed. Following each sample obtained, it was made five centrifugation at 3000 rpm for 5 minutes, as also five times the supernatant discarded. The microscope observing then brought in 40x and 100x objective *Toxoplasma gondii* oocysts. 86 (five cockroaches per sample) samples in total, of which 26 were mild degree of infestation and 4 with moderate degree of infestation giving a total of 30 positive samples, were processed.

Negative samples to the presence of *Toxoplasma gondii* oocysts were eliminated. The 30 positive samples were incubated for 15 days at 37°C. The final pellet was added and incubated antibiotic. Orally they inoculated 30 laboratory mice and then necropsy was performed at 30 days post inoculation. Necropsy 7 positive mice 30 were found, the results suggest that the cockroach is a viable transport guest of *Toxoplasma gondii* oocysts.

## X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Acha, P.N. y Szyfres, B. (1994). *Zoonosis y enfermedades transmisibles comunes al hombre y a los animales*. US: OPS/OMS.
2. Angél Orellana, D. P. (2008). *Determinación de la presencia de quistes de Toxoplasma gondii en ratones de tres mercados municipales de la Ciudad de Guatemala*. Tesis (Licenciatura), USAC/FMVZ, Gt.
3. Barbara, K.A. (2000). *Universidad de Florida Departamento de Entomología y Nematología: Periplaneta americana*. Recuperado de <http://edis.ifas.ufl.edu/in298>
4. Bell, W.J y Adiyodi, K.G. (1981). *La cucaracha americana*. Londres: Chapman y Hall
5. Castro A. y Guerrero-Bermúdez O. (2004). *Técnicas de Diagnóstico Parasitológico*. Universidad de Costa Rica: 1era edición.
6. Centro Nacional de Biotecnología de Madrid. (2007). *Técnicas de obtención e inoculación de muestras*. Recuperado de [www.cnb.csic.es/~animalario/CEEA/CEEA\\_Tecnicas612.doc](http://www.cnb.csic.es/~animalario/CEEA/CEEA_Tecnicas612.doc).
7. Chinchilla, M. y Ruiz, A. (1976). *Cockroaches as possible transport hosts of Toxoplasma gondii in Costa Rica*. Recuperado de <http://academic.uprm.edu/dpesante/0000/capitulo-3.PDF>.
8. *College of Agricultural Sciences Department of Entomology PennState University*. (2014). *Periplaneta americana*. Recuperado de <http://ento.psu.edu/extension/factsheets/es/es-americancockroaches>.



9. Cordero del Campillo, M. (1999). *Parasitología Veterinaria*. España: McGraw-Hill.
10. Dubey, J. (1988). *Toxoplasmosis of Animals and Man*. Estados Unidos de Norte América: Publisher, CRC.
11. Llop, H. (2001). *Microbiología y parasitología médicas*. Recuperado de <http://gsdl.bvs.sld.cu/cgi-bin/library?e=d-00000-00---off-0preclini--00-0----0-10-0---0---0direct-0---4-----0-1l--11-uk-50---20about0000000110gbk00&cl=CL3.1&d=HASH421a29fb58eb8d61c867bb.7.14 &hl=0&gc=0&gt=0>
12. Mayer, H. (1965). *Investigaciones de Toxoplasmosis*. Recuperado de <http://hist.library.paho.org/Spanish/BOL/v58n6p485.pdf>
13. Muñiz, S. y Mondragón, R. (2009). *Toxoplasma gondii, Un patógeno Asesino Re-emergente*. Rev Educ-Bioq 28 (2).
14. Ogg, B.; Ogg, C. y Ferraro, D. (2006). *Cockroach control manual*. 2ed. Universidad de Nebraska. Recuperado de <http://lancaster.unl.edu/pest/roachmanual.shtml#spanish>
15. Omata, Y.; Igarashi, M. (1989). *Toxoplasma gondii: Antigenic differences between endozoites and cystozoites defined by monoclonal antibodies*. Japan: Springer-Verlag.
16. Parsonault, E. y Ward, J. (2005). *Virtual mouse necropsy*. Recuperado de [www.geocities.com/virtualbiology](http://www.geocities.com/virtualbiology).
17. Pedraza, E. (2011). *Fósiles vivientes: Cucarachas*. CONABIO: Biodiversitas

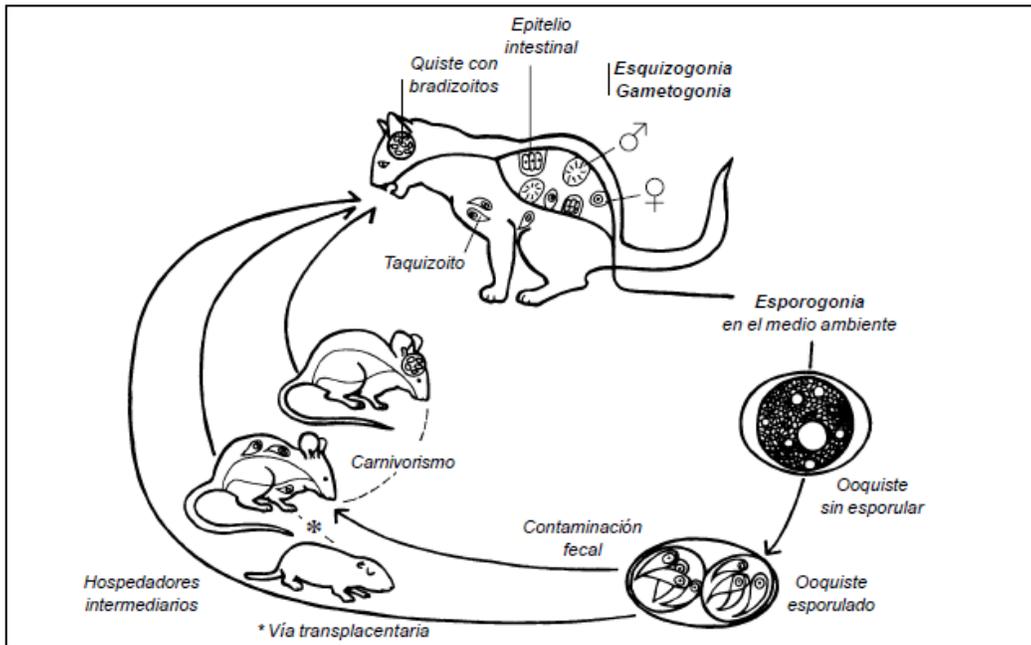


18. Quiroz, H. (2005). *Parasitología y enfermedades parasitarias de animales Domésticos*. México: Limusa S.A.
19. Ross, H. (1978). *Introducción a la entomología general y aplicada*. España: EDICIONES OMEGA.
20. Soulsby, E. J. L. (1987). *Parasitología y Enfermedades Parasitarias en los Animales Domésticos*. México: Interamericana.
21. Vignau, M. et al. (2005). *Parasitología práctica y modelos de enfermedades parasitarias en Animales domésticos*. Buenos Aires, AR: UNLP.
22. Xuenan, X. (2004). *Full Toxoplasma*. Recuperado de <http://fullmal.hgc.jp/tg/docs/toxoplasma.html>.



# **XI. ANEXOS**

Figura No. 1 Ciclo evolutivo de *T. gondii*



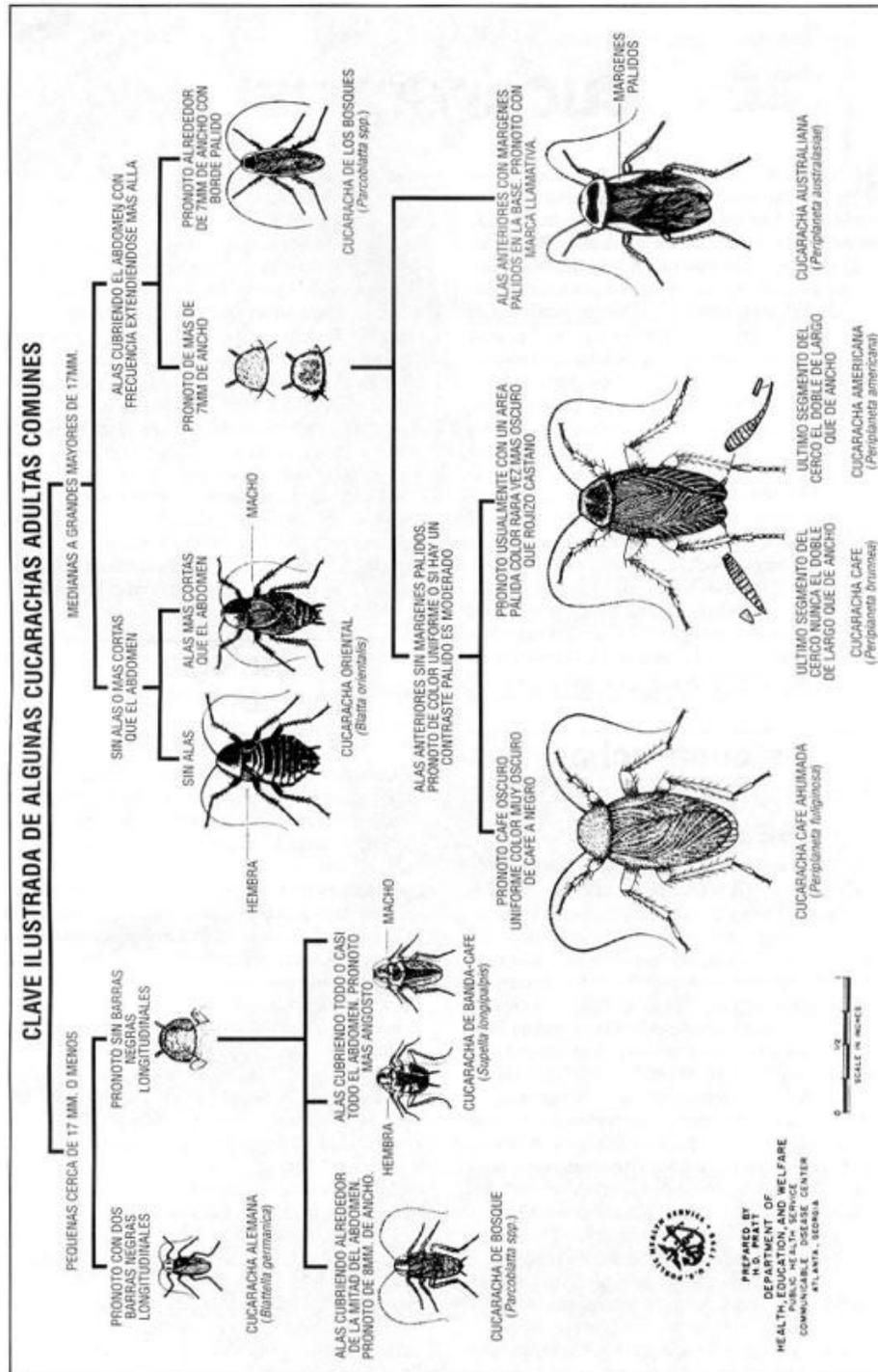
Fuente Dubey, 1988

Figura No. 2 Ciclo de vida de *Periplaneta americana*



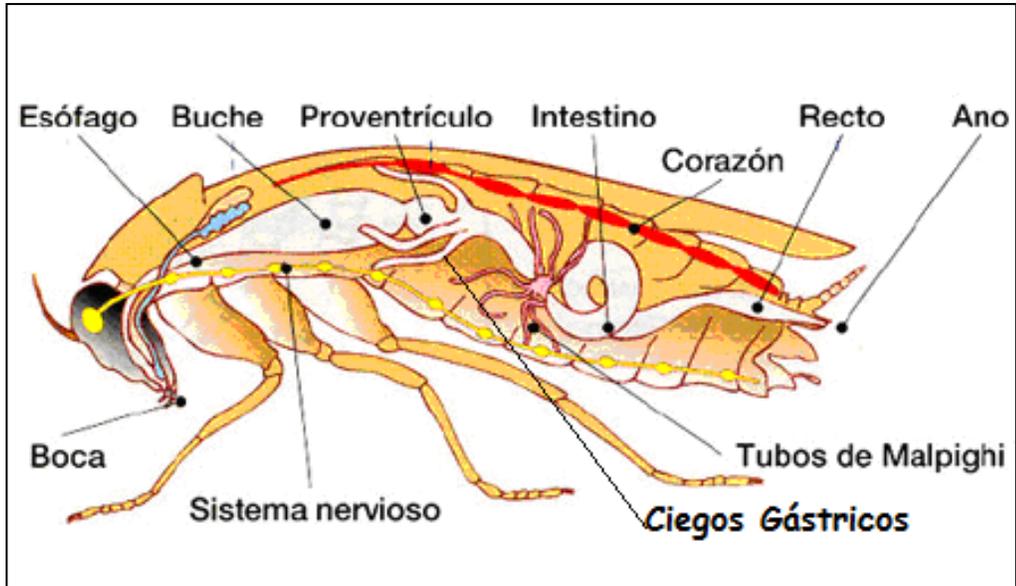
Fuente: Agroambiente, 2010

Figura No. 3 Clave para la Identificación de *Periplaneta americana*



Fuente: Pratt, 1949

**Figura No. 4 Aparato digestivo de *Periplaneta americana***



Fuente: González 1998

**Cuadro No. 3 Volúmenes de inoculación adecuados para roedores**

	Rutas y volúmenes de administración (ml/kg excepto *ml/sitio)					
	oral	SC	IP	IM	IV Bolus	IV Perf.
Ratón	10 (50)	10 (40)	20 (80)	0.05* (0.1)*	5	(25)
Rata	10 (40)	5 (10)	10 (20)	0.1* (0.2)*	5	(20)

Fuente: Centro Nacional de Biotecnología de Madrid, 2007

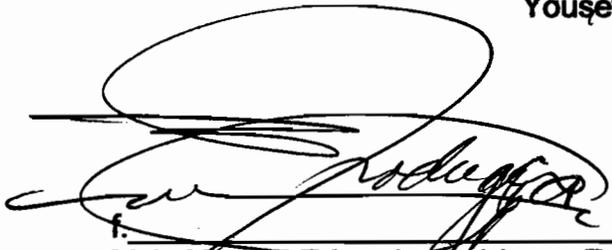
( ) Volúmenes máximos

- No más de 2 inoculaciones IM por día
- No más de 2 ó 3 inoculaciones SC por día
- IV: no exceder 4% volumen circulante (bolus) o 4 ml/kg/h en perfusión
- Se usará a su efecto los volúmenes de inoculación oral en esta investigación.

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA  
ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA**

**DETERMINACIÓN DE LA PRESENCIA DE OOQUISTES DE  
*Toxoplasma gondii* EN CUCARACHAS *Periplaneta americana* QUE  
HABITAN EN EL MERCADO COLÓN DE LA CIUDAD DE  
GUATEMALA**

f.   
Yousef Anwar Talgi Trejo

f.   
M.A. Manuel Eduardo Rodríguez Zea

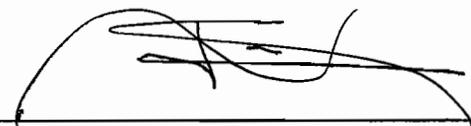
Asesor

f.   
M.V. Luis Alfonso Morales  
Rodríguez  
Asesor

f.   
M.A. Jaime Rolando Méndez Sosa  
Asesor

f.   
M.A. Ludwig-Estuardo Figueroa  
Hernández  
Evaluador

**IMPRÍMASE**

f.   
M.Sc. Carlos Enrique Saavedra Vélez  
DECANO