

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



**“DETERMINACIÓN DE LA PREVALENCIA DE ROEDORES  
PLAGA INFECTADOS CON QUISTE DE *Toxoplasma  
gondii*, EN EL MERCADO MUNICIPAL DE PANAJACHEL,  
SOLOLÁ.”**

**CRISTINA MARIANELY FLORES SAHÓN**

**Médica Veterinaria**

**GUATEMALA, MARZO DE 2013**

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



**“DETERMINACIÓN DE LA PREVALENCIA DE ROEDORES PLAGA  
INFECTADOS CON QUISTE DE *Toxoplasma gondii*, EN EL  
MERCADO MUNICIPAL DE PANAJACHEL, SOLOLÁ.”**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN**

PRESENTADO A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD  
POR

**CRISTINA MARIANELY FLORES SAHÓN**

Al conferírsele el título profesional de

**Médica Veterinaria**

**En el grado de Licenciado**

GUATEMALA, MARZO DE 2013

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

DECANO:	M.V. Leonidas Ávila Palma
SECRETARIO:	M.V. Marco Vinicio García Urbina
VOCAL I:	Lic. Sergio Amílcar Dávila Hidalgo
VOCAL II:	M.V. MSc. Dennis Sigfried Guerra Centeno
VOCAL III:	M.V. Carlos Alberto Sánchez Flamenco
VOCAL IV:	Br. Mercedes de los Ángeles Marroquín Godoy
VOCAL V:	Br. Jean Paul Rivera Bustamante

**ASESORES**

M.V Héctor Eduardo Fuentes Rousselin  
M.V. Manuel Eduardo Rodríguez Zea  
M.V. Luis Alfonso Morales Rodríguez

## HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En 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 PREVALENCIA DE ROEDORES PLAGA INFECTADOS CON QUISTE DE *Toxoplasma gondii*, EN EL MERCADO MUNICIPAL DE PANAJACHEL, SOLOLÁ.”**

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

Como requisito previo a optar al título profesional de:

**MÉDICA VETERINARIA**

## DEDICATORIA

**A DIOS:** Supremo Rey y Señor, por ser mi luz, mi fortaleza, mi castillo fuerte, por brindarme sabiduría y discernimiento para enfrentar el camino impetuoso en esta vida.

**A MIS PADRES:** José Manuel Flores y Aura Marina de Flores, porque hoy ven reflejados el fruto de su esfuerzo.

**A MI ESPOSO:** Eduardo Salvador, por demostrarme que los momentos difíciles se hacen más livianos cuando el amor es fuerte.

**A MI HIJA:** Nicolle Malillany, por ser mi todo, porque a pesar de ser mi niña has demostrado tu espíritu fuerte durante esta etapa. Te amo.

**A MI HERMANO:** Julio Enrique, porque sé que tu corazón siempre ha estado conmigo.

**A MIS ABUELOS:** Diega Velásquez (†), Francisco Sahón (†), Cristina Flores (†) y Otilia Flores, por ser ejemplo de fe, fortaleza, bondad y amor, cualidades que lograron sembrar en mi corazón.

**A MIS TÍOS:** Sara Verónica Sahón y Prof. Juan José Sahón (†) porque demostraron ante la adversidad que los milagros de fe son la razón del vivir; y, el morir ganancia es.

## **AGRADECIMIENTOS**

**A DIOS NUESTRO SEÑOR:** por estar a mi lado y llevarme en sus brazos cuando el camino ha sido difícil.

**A MIS PADRES:** por brindarme un hogar lleno de amor, porque a través de su ejemplo me han otorgado una vida dichosa. Por haberme instruido en la fe de Jesucristo y darme la oportunidad de un mejor futuro.

**A MI ESPOSO E HIJA:** por su amor, paciencia y confianza. Por estar a mi lado, porque han sido un apoyo importante en la culminación de esta etapa de mi vida. Son el tesoro más preciado que pude haber anhelado.

**A MI HERMANO, MI CUÑADA** Astrid y **MI SOBRINA** Yhazuri, por compartir conmigo y mi hija momentos felices e inolvidables.

**A MI FAMILIA:** porque cada uno de ustedes ha sido un eslabón importante de mi vida. Fam. Sahón Díaz, Quenún Sahón, Avendaño Sahón, Aguilar Pérez, por su cariño y apoyo. A Vero y Patty por ser incondicionales para mí. Tío Juan José (†), por ser ejemplo de lucha y perseverancia, por enseñarme que la fuerza de voluntad es la esperanza de una vida mejor.

**A FAMILIA GARCÍA LÓPEZ:** por el apoyo y cariño durante el tiempo compartido.

**A MIS ASESORES:** por la paciencia y tiempo dedicado en la realización de este proyecto. Dr. Manuel Rodríguez y Dr. Luis Morales por su profesionalismo, ética y sobre todo su buen corazón, cualidades dignas de admiración y respeto.

**A MIS PADRINOS:** Lic. Adolfo Velásquez, Lic. Rafael Velásquez porque fueron

un ejemplo de lucha para alcanzar los sueños inalcanzables. M.V. Vivian López por ser mi gran amiga, por estar allí cuando te he necesitado. M.V. Felipe Gutiérrez por ser mi amigo, por su paciencia y sobre todo por compartir sus conocimientos sin restricciones.

**A MIS AMIGOS:** Lucía Soto, Ligia Reyes, Marco Tulio Delgado, Andrea Polanco, Ana Suruy, Mariano González, por enseñarme que la amistad verdadera perdura a través del tiempo y la distancia.

**A MIS COMPAÑEROS DE PROMOCIÓN:** por compartir momentos entrañables.

**A MIS CATEDRÁTICOS UNIVERSITARIOS:** por sus enseñanzas, por sembrar en mí el amor a esta noble y digna profesión. M.V. Willson Valdéz por sus sabios consejos en el momento preciso, porque de usted me llevo no solo admiración por su dedicación a la formación de nuevos profesionales sino también un amigo verdadero. A M.V. MSc. Federico Villatoro por ser parte esencial en la elaboración de este proyecto. M.V. Leonardo Estrada, Técnico Cristian Orellana, por su apoyo en un momento fundamental de mi vida estudiantil. Técnico Víctor Canahuí por la ayuda brindada durante mi proyecto de investigación.

**A LA USAC/FMVZ:** por ser el *alma mater*.

# ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN .....	1
II.	HIPÓTESIS .....	2
III.	OBJETIVOS .....	3
	3.1 General.....	3
	3.2 Específicos.....	3
IV.	REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
	4.1 Toxoplasmosis.....	4
	4.1.1 Definición.....	4
	4.1.2 Antecedentes.....	4
	4.1.3 Importancia.....	6
	4.1.4 Agente Etiológico.....	6
	4.1.5 Transmisión.....	8
	4.1.6 Ciclo Evolutivo.....	10
	4.1.7 Manifestaciones clínicas en el hombre .....	12
	4.1.8 Manifestaciones clínicas en los animales.....	13
	4.1.9 Diagnóstico.....	14
	4.1.10 Prevención y control.....	14
	4.1.11 Tratamiento.....	16
	4.1.12 Epidemiología.....	16
	4.2 Especies de roedores plaga en cascos urbanos. ....	18
	4.2.1 <i>Rattus norvegicus</i> .....	18
	4.2.2 <i>Rattus rattus</i> .....	19
	4.2.3 <i>Mus musculus</i> .....	19
	4.2.4 Características físicas de los roedores plaga.....	20
V.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	21
	5.1 Materiales.....	21
	5.1.1 Recursos humanos.....	21
	5.1.2 Recursos físicos.....	21

5.1.3	Recursos biológicos.....	22
5.1.4	Recursos químicos.....	22
5.2	Métodos.....	22
5.2.1	Lugar de estudio.....	22
5.2.2	Diseño del estudio.....	23
5.2.3	Diseño de muestreo.....	23
5.2.4	Captura de los roedores.....	24
5.2.5	Sacrificio de los roedores.....	24
5.2.6	Necropsia y toma de muestra.....	24
5.2.7	Transporte de muestras.....	25
5.2.8	Preparación de muestras.....	25
5.2.9	Análisis estadístico.....	26
VI.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	27
VII.	CONCLUSIONES.....	30
VIII.	RECOMENDACIONES.....	31
IX.	RESUMEN.....	32
	ABSTRACT.....	33
X.	BIBLIOGRAFÍA.....	34
XI.	ANEXOS.....	47

## ÍNDICE DE FOTOS

Foto No.1. <i>Toxoplasma gondii</i> en muestra de <i>Mus musculus</i> .....	45
Foto No.2. <i>Toxoplasma gondii</i> en muestra de <i>Rattus rattus</i> .....	45
Foto No.3. <i>Toxoplasma gondii</i> en tejido de roedor.....	46
Foto No.4. <i>Toxoplasma gondii</i> en tejido de roedor.....	46

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro No.1. Roedores infectados con <i>Toxoplasma gondii</i> según especie.....	40
Cuadro No. 2. Roedores infectados con <i>Toxoplasma gondii</i> según el sexo.....	41
Cuadro No.3. <i>Rattus rattus</i> infectados con <i>Toxoplasma gondii</i> según el sexo.....	42
Cuadro No.4. <i>Mus musculus</i> infectados con <i>Toxoplasma gondii</i> según el sexo...	43

## ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica No.1. Roedores plaga positivos y negativos a <i>Toxoplasma gondii</i> .....	39
Gráfica No.2. Distribución porcentual en áreas del mercado.....	44



## I. INTRODUCCIÓN

Los roedores son el reservorio de un gran número de organismos infecciosos, los cuales si se transmiten al hombre o a poblaciones de animales domésticos, pueden causar brotes de enfermedades, a menudo con alta morbilidad y cierta mortalidad. (Picco, N. s.f.)

Una de las enfermedades en la cual los roedores actúan como hospederos intermediarios es la Toxoplasmosis, considerada como una zoonosis de alta prevalencia, ampliamente distribuida en el mundo y Guatemala no es la excepción, manteniéndose de forma endémica. La enfermedad afecta a mujeres embarazadas, niños, adultos, ancianos y personas inmunosuprimidas. (Pereira, A; Pérez, M. 2002)

Si bien es cierto, que la presencia de quistes del parásito en el roedor no representa un riesgo directo al hombre, sí es un indicador indirecto de la situación de la enfermedad en determinado lugar. Ángel (2008) encontró que el 66% de roedores de tres mercados municipales ubicados en la zona 1 de la ciudad de Guatemala, tenía presencia de quistes de *Toxoplasma gondii*.

Con el presente estudio pretendo generar información epidemiológica de la enfermedad y determinar la prevalencia de roedores plaga infectados con *Toxoplasma gondii* en el mercado de Panajachel, Sololá.

## II. HIPÓTESIS

- Los roedores plaga que deambulan en el mercado municipal de Panajachel, Sololá son portadores de *Toxoplasma gondii*.
- La prevalencia de roedores plaga infectados con *Toxoplasma gondii* (quistes) es mayor al 50 %.
- La prevalencia de *Toxoplasma gondii* no depende de la especie ni del sexo.

### III. OBJETIVOS

#### 3.1 GENERAL

Generar información epidemiológica de la Toxoplasmosis en el departamento de Sololá, al establecer la prevalencia de roedores plaga infectados con *Toxoplasma gondii* (quistes), en el mercado municipal de Panajachel.

#### 3.2 ESPECÍFICOS

- Determinar la prevalencia de roedores plaga infectados con *Toxoplasma gondii* (quistes) en el mercado de Panajachel, Sololá.
- Determinar el efecto de especie sobre la prevalencia de roedores plaga infectados con *Toxoplasma gondii* a evaluar.
- Determinar el efecto del sexo sobre la prevalencia de roedores plaga infectados con *Toxoplasma gondii* del mercado en estudio.
- Determinar el lugar con mayor presencia de roedores infectados con *Toxoplasma gondii* en el mercado sujeto de evaluación.

## IV. REVISIÓN DE LITERATURA

### 4.1 TOXOPLASMOSIS

#### 4.1.1 DEFINICIÓN

La toxoplasmosis es una zoonosis parasitaria causada por un protozoo intracelular del Phylum Apicomplexa llamado *Toxoplasma gondii*, capaz de infectar a la mayoría de las especies de animales de sangre caliente, inclusive a las aves y al hombre, en casi todo el mundo. (Gatti, R. 2000; Dubey, J; Beattie, C. 1988). Es una de las zoonosis más difundidas, siendo una infección particularmente común en climas calientes, húmedos y a bajas altitudes. (Pereira, A; Pérez, M. 2002; OIE. 2005)

#### 4.1.2 ANTECEDENTES

En 1908 en Túnez (África) Nicolle y Monceaux descubren y nombran al *Toxoplasma gondii* al hallarlo en frotos de hígado y bazo de un roedor salvaje (*Ctenodactylus gondii*). El mismo año, Splendore, en Brasil, identificó al coccidio en el cerebro de un conejo. Dos años más tarde Mello reportó el primer caso de toxoplasmosis canina, descubierto en Turín (Italia), en un perro aparentemente infectado de moquillo. (Pantoja, A; Pérez, L. 2001)

Catellani en 1913 describió, por primera vez, la toxoplasmosis en humanos. Carini y Maciel entre 1913-1916 identificaron el toxoplasma en perros, palomas y cobayos, y lograron las primeras cepas recíprocas entre mamíferos y aves. (Pantoja, A; Pérez, L. 2001). El primer caso humano de infección congénita fue descrito por Janki, en Praga, en 1923, en un niño de un año de edad que

presentaba hidrocefalia y corioretinitis. (López, B, 2007). Cinco años después Levaditi relacionó la toxoplasmosis con la hidrocefalia. (Pantoja, A; Pérez, L. 2001)

Lépine y otros en 1929 destacaron la persistencia de quistes en tejidos por meses y años. Explicaron las formas asintomáticas crónicas y relacionaron el toxoplasma con el embarazo. (Pantoja, A; Pérez, L. 2001).

Pinkerton y otros describieron en 1941 la toxoplasmosis humana adquirida. (Pantoja, A; Pérez, L. 2001)

En 1942 Olafson y Monlux describieron por primera vez la toxoplasmosis en los gatos (EE.UU.) y se refirieron a la transmisión por consumo de carne mal cocida. En el mismo año, Springer y Johnson describieron epizootias extensas en cerdos, conejos, palomas y otros animales, además explicaron la importancia epidemiológica (contagio al humano). (Pantoja, A; Pérez, L. 2001)

Saint y Martín en 1958 destacaron el reservorio en perros, gatos, ratones y ratas. (Pantoja, A; Pérez, L. 2001). Groulade en 1956 destacó a los gatos como reservorio doméstico.

En 1970, Frenkel (EE.UU) y Hitchinson (Inglaterra) establecieron que el gato es el hospedero definitivo (Aguilar, F. 1997). Un año más tarde Desmontse realizó estudios sobre el ciclo del toxoplasma en la naturaleza y demostró la forma en que se efectúa en el gato. (Pantoja, A; Pérez, L. 2001)

En 1981 se consideró a *Toxoplasma gondii* como causa importante de abortos y de mortalidad perinatal en ovinos en Australia, Nueva Zelandia y Gran Bretaña. (Pantoja, A; Pérez, L. 2001) En 1985, Brady, Brederso y Rosenblum estudiaron la neurotoxoplasmosis en pacientes con SIDA. (Pantoja, A; Pérez, L. 2001).

Bowie y otros, en 1997, realizaron un estudio sobre la probable contaminación del agua de consumo por toxoplasma. (Pantoja, A; Pérez, L. 2001)

#### **4.1.3 IMPORTANCIA**

La toxoplasmosis es una enfermedad de importancia en la Medicina Veterinaria ya que el parásito completa su ciclo evolutivo en el intestino del gato y otros felinos (huéspedes definitivos), también puede usar unas 200 especies de vertebrados como hospederos intermediarios. (Acha, P; Szyfres, B. 2003)

La condición del hombre como huésped intermediario, determina su importancia en el ámbito de la Salud Pública, ya que a pesar que en la mayoría de los casos humanos la toxoplasmosis es asintomática, tiene relevancia por las lesiones que produce en el feto debido a la transmisión transplacentaria. Además, debe recordarse, que el riesgo de infección está presente, aunque no se tenga contacto directo con los gatos, ya que puede haber contaminación de plazas, jardines, agua y alimentos con ooquistes de *Toxoplasma gondii*. (Acha, P; Szyfres, B. 2003; Vignau, M., et al. 2005)

#### **4.1.4 AGENTE ETIOLÓGICO**

*Toxoplasma gondii* es un protozoo que afecta a los animales de sangre caliente, donde la infección crónica es frecuente y, la infección reciente, raramente es bien diagnosticada. (Durlach, R; Martino, P. 2009). Se trata de un parásito intracelular obligado que tiene un ciclo sexual en el hospedero definitivo (félidos domésticos y salvajes) y un ciclo asexual de dos fases en los hospederos intermediarios (animales de sangre caliente). (OIE. 2008).

*Toxoplasma gondii* entre los animales tiene afinidad selectiva por el tejido muscular y cerebral, con capacidad para persistir crónicamente desde una edad

temprana (Durlach, R; Martino, P. 2009)

### Nomenclatura taxonómica:

- Reino: Protista
- Subreino: Protozoo
- Phylum: Apicomplexa
- Clase: Sporozoea
- Subclase: Coccidia
- Orden: Eucoccidiidae
- Familia: Sarcocystidae
- Género: Toxoplasma
- Especie: *Toxoplasma gondii*

*Toxoplasma gondii* fue nombrado así por su forma arqueada (del griego “*toxon*” = arcos) y por el nombre vulgar del roedor en que fue hallado, el gondii. (Cordero, et al. 1999; Pantoja, A; Pérez, L. 2001).

Las formas infectantes del parásito son tres: Taquizoitos, bradizoitos y ooquistes.

- Los **taquizoitos**, son típicos del período agudo o activo de la infección, miden 6 x 2  $\mu\text{m}$ , y tienen forma de media luna; son muy activos y sus ciclos de invasión, multiplicación y ruptura de células continúan durante 1 a 2 semanas, hasta que el huésped desarrolla cierta inmunidad. (Acha, P; Szyfres, B. 2003; Rossanigo, C. s.f.)  
Son destruidos fácilmente por la acidez gástrica. Sobreviven en el medio ambiente o en tejidos de animales muertos solamente por unas pocas horas.

Por esta vía de transmisión el período prepatente es mayor a 19 días. (Acha, P; Szyfres, B. 2003; Rossanigo, C. s.f.)

➤ Los **bradizoitos** son formas típicas de la infección latente o crónica y pueden persistir en los tejidos del huésped durante toda su vida, se acumulan en el citoplasma de las células parasitadas y se rodean de una membrana para formar quistes tisulares. Resisten mejor la acidez gástrica y la acción de enzimas proteolíticas. (Barriga, O, 2002). Esta forma puede sobrevivir en los tejidos durante varios días después de la muerte, pero se destruye fácilmente cociendo la carne a 66° C. En esta forma el período prepatente es de 3 a 10 días. (Acha, P; Szyfres, B. 2003; Rossanigo, C. s.f.)

➤ El **ooquiste** mide 10 x 12 µm, y es excretado en las heces de gatos sensibles después de la ingestión de cualquiera de las tres formas infecciosas. Estos se continúan eliminando durante 1 o 3 semanas, hasta que el gato desarrolla inmunidad. Los ooquistes maduran en el exterior en 1 o 5 días, cuando la temperatura y humedad ambiental los favorecen formando ooquistes esporulados de 11 x 13 µm, que contienen 2 esporocistos, con 4 esporozoitos. (Acha, P; Szyfres, B. 2003; Rossanigo, C. s.f.)

Estos ooquistes son muy resistentes y pueden sobrevivir durante más de un año en condiciones favorables. Son destruidos por el calor seco a 70° C, el agua hirviendo, el yodo concentrado y soluciones concentradas de amoníaco. Si la infección se produce por consumo de ooquistes, el período prepatente varía entre 19 y 41 días. (Rossanigo, C. s.f.)

#### 4.1.5 TRANSMISIÓN

El gato es fundamental para la transmisión de *Toxoplasma gondii* debido a la eliminación de ooquistes del parásito en las deyecciones. Si la infección es primaria, estos félicos pueden eliminar ooquistes durante 3 semanas; pero en una reinfección, debido al desarrollo de inmunidad, éstos eliminan menos cantidad y durante un período más corto. (Dubey, J; Beattie, C. 1988; Pereira, A; Pérez, M. 2002)

Una sola deposición de un gato puede contener millones de ooquistes, los cuales esporulan al ser favorecidos por la temperatura, humedad y otras condiciones; son muy resistentes y son capaces de sobrevivir en el suelo durante un año o más por lo que el peligro de infección es evidente. (Dubey, J; Beattie, C. 1988; Pereira, A; Pérez, M. 2002)

En el caso del gato la infección es más probable por consumo de huéspedes intermediarios como aves, ratones y ratas que albergan quistes tisulares. (Acha, P; Szyfres, B. 2003; Durlach, R; Martino, P. 2009). También pueden infectarse por ingestión de carnes o vísceras crudas con quistes tisulares, así como la ingestión de ooquistes eliminados por otro gato enfermo. (Gatti, R. 2000)

### **Transmisión Congénita:**

➤ Ocurre solo cuando la madre está cursando una infección aguda y los taquizoitos infectan la placenta y pasan al feto. (Barriga, O. 2002)

➤ La transmisión congénita ocurre en la mujer únicamente en la primoinfección. (Barriga, O. 2002). A diferencia de animales como ratones, ratas, hámsteres y otros mamíferos (ovejas, caprinos), la transmisión congénita se puede producir repetidamente hasta infectar 10 o más generaciones. (Dubey, J; Beattie, C. 1988)

### **Transmisión Adquirida:**

- Ingestión de ooquistes en alimentos o agua contaminada, que es el único modo de transmisión a los herbívoros y uno de los modos de transmisión para omnívoros y carnívoros. (Dubey, J; Beattie, C. 1988)
- Consumo de carnes crudas o mal cocidas que contienen quistes tisulares. (Durlach, R; Martino, P. 2009)
- Manipulación de alimentos (principalmente carne), así como la contaminación de utensilios de cocina. (Acha, P; Szyfres, B. 2003)
- Exposición a ooquistes procedentes de heces de gato, que pueden encontrarse en jardines y en hoyos de arena de parques infantiles. (OIE. 2008)
- La infección también se puede transmitir por transfusión sanguínea (taquizoitos) o trasplante de órganos (quistes tisulares) sobre todo cuando el receptor está siguiendo un tratamiento inmunosupresor. También puede suceder que el receptor esté ya infectado y que el tratamiento inmunosupresor administrado para evitar el rechazo del órgano trasplantado provoca una recidiva de la toxoplasmosis. (Pereira, A; Pérez, M. 2002)

#### **4.1.6 CICLO EVOLUTIVO**

El ciclo evolutivo se describe en dos fases: (Cordero, et al. 1999)

1. Fase enteroepitelial: Solo se da en el hospedero definitivo (el gato y otros félidos salvajes).

2. Fase extraintestinal: Se da en los hospederos intermediarios y también en el gato (en tejidos no entéricos). (Cordero, et al. 1999)

### **Ciclo enteroepitelial:**

El hospedero definitivo se infecta por la ingestión de quistes. La pared de éstos al no resistir la digestión gástrica se disuelve y se liberan los bradizoitos, los cuales invaden las células de la mucosa intestinal, iniciando la formación de las generaciones asexuales, con cinco distintos tipos estructurales de *T. gondii* (A – E). (Cordero, et al. 1999; Dubey, J; Beattie, C. 1988)

Después se produce la gametogonia con diferenciación de macrogametos (óvulos) y microgametos (espermios) y tras la fecundación, se forma el cigoto, que se reviste de una cubierta para dar lugar al ooquiste no esporulado, el cual sale con las heces. (Barriga, O. 2002; Cordero, et al. 1999)

### **Ciclo Extraintestinal:**

El hospedero intermediario y definitivo se infecta al ingerir ooquistes esporulados (herbívoros y carnívoros) o quistes (carnívoros). (Cordero, et al. 1999)

Los bradizoitos o los esporozoitos penetran las células del epitelio intestinal y por vía linfohematógena llegan a diversos tejidos, donde se sitúan dentro de la célula, multiplicándose y rompiéndola, invadiendo así nuevas células, dando lugar a la formación de pseudoquistes (agrupación de taquizoitos). (Barriga, O. 2002; Cordero, et al. 1999)

Luego de 7-10 días se forman los quistes localizándose principalmente en cerebro, corazón, diafragma y músculo esquelético, donde pueden permanecer viables durante años. (Cordero, et al. 1999)

#### **4.1.7 MANIFESTACIONES CLÍNICAS EN EL HOMBRE**

##### **Forma adquirida:**

La enfermedad se presenta de forma leve y la mayoría de las infecciones son inaparentes. (Acha, P; Szyfres, B. 2003). En su mayoría los pacientes muestran fiebre, linfadenopatías y miositis, algunos pueden sufrir alteraciones nerviosas (cefalea, letargo, parálisis facial, hemiplejía, alteración profunda de los reflejos y coma). Además pueden presentarse afecciones miocárdicas y respiratorias. Los pacientes inmunocomprometidos pueden desarrollar encefalitis graves. (Acha, P; Szyfres, B. 2003; Barriga, O. 2002)

##### **Forma congénita:**

Una mujer con toxoplasmosis aguda puede transmitirla vía transplacentaria al feto, en quien debido a la inmadurez de su sistema inmune, la infección puede revestir gran severidad. (Barriga, O. 2002). Los riesgos (aborto y muerte fetal) y las lesiones más graves resultan por una infección en el primer trimestre del embarazo. (Acha, P; Szyfres, B. 2003; Dubey, J; Beattie, C. 1988). Padecer de toxoplasmosis antes de la concepción, protege a la madre y al feto de sufrirla. (Pereira, A; Pérez, M. 2002)

Las manifestaciones clínicas en los recién nacidos son diversas y entre ellas destaca hidrocefalia, convulsiones, coriorretinitis, ictericia, hepatoesplenomegalia, convulsiones, púrpura trombocitopénico, anemia, eosinofilia; o pueden aparecer manifestaciones más tardías como retraso en el desarrollo psicomotor, retraso mental, sordera, estrabismo, trastornos en el aprendizaje o calcificaciones intracraneales. Algunas de estas manifestaciones, si no son tratadas, provocan en la mayoría de los casos la muerte en el primer año de vida. (Pereira, A; Pérez, M. 2002)

#### **4.1.8 MANIFESTACIONES CLÍNICAS EN LOS ANIMALES**

Los gatos infectados raramente muestran síntomas de la infección aguda; cuando lo hacen, éstos son generalmente signos intestinales y pulmonares. (Barriga, O. 2002). La neumonía es la manifestación clínica más importante. Pueden presentarse signos clínicos como: anorexia, letargo, ictericia, emesis, fiebre, diarrea, sialorrea, parálisis, convulsiones; estupor o comportamiento agresivo, que puede persistir por unos días o varios meses. (Dubey, J; Beattie, C. 1988). Los gatos que nacen infectados a menudo sufren de anorexia, letargia, hipotermia y muerte súbita. (Barriga, O. 2002)

Las infecciones causadas por *Toxoplasma* en la mayoría de los animales cursa en forma subclínica o asintomática. La infección clínica es relativamente rara, pero se observan casos esporádicos y a veces epidemias, especialmente en animales jóvenes en condiciones de estrés. En estos casos, los signos incluyen fiebre, anorexia, tos, disnea, diarrea, y signos de afección del SNC. Las lesiones incluyen linfadenitis, hepatitis, miocarditis y encefalomiелitis. En los adultos, con frecuencia se asocia con afección crónica del SNC. (Rossanigo, C. s.f.)

En las ovejas, si éstas se infectan con *toxoplasma* al comienzo de la gestación, se produce como resultado la reabsorción o momificación. Si contraen la enfermedad al final de la gestación, se producen abortos o muertes perinatales. (Rossanigo, C. s.f.)

En los caninos con infecciones intensas, pueden manifestar trastornos respiratorios, digestivos y nerviosos que pueden ser confundidos con Distemper. (Cordero, et al. 1999)

Hoy en día, se cree que los bovinos son muy resistentes o insusceptibles, a la toxoplasmosis, mientras que en equinos es infrecuente. (Cordero, et al. 1999)

#### 4.1.9 DIAGNÓSTICO

Existe una serie de técnicas y métodos que permiten el diagnóstico de la enfermedad, entre los cuales están:

**Aislamiento de *Toxoplasma gondii*:** a partir de fluidos o tejidos orgánicos infectados por inoculación intraperitoneal en ratones. (Acha, P; Szyfres, B. 2003)

**Visualización directa:** en fluidos o tejidos de pacientes con infecciones agudas, por observación microscópica con tinciones convencionales (Giemsa, PAS, etc.) (Cordero, et al. 1999)

**Xenodiagnóstico:** mediante biopsia (bazo, hígado, cerebro) o necropsia y posterior inoculación a animales de laboratorio. (Cordero, et al. 1999)

**Análisis coprológico:** (en gatos) utilizando métodos de sedimentación o de flotación. (Cordero, et al. 1999)

**Pruebas serológicas:** generalmente se usan la prueba de Sabin-Feldman, inmunofluorescencia indirecta, hemaglutinación indirecta, fijación de complemento, aglutinación directa y ELISA. (Acha, P; Szyfres, B. 2003)

#### 4.1.10 PREVENCIÓN Y CONTROL

##### **Humanos:**

Con respecto a las carnes y otros alimentos:

- Evitar el consumo de carne cruda o insuficientemente cocida; ésta debe ser cocinada a una temperatura aproximada de 70 °C, (Acha, P; Szyfres, B. 2003; Barriga, O. 2002)

- Lavarse las manos con agua y jabón después de procesar carnes. (Barriga, O. 2002)
- Lavar los alimentos de consumo crudo (verduras) ya que pudieran estar contaminados con deposiciones de gato. (Barriga, O. 2002)

Con respecto al gato:

- Evitar la contaminación de jardines, huertas, areneros de juegos etc. con la materia fecal de gatos. (Gatti, R. 2000)
- Uso de guantes al realizar labores como la jardinería o al limpiar el arenero del gato. El arenero debe limpiarse todos los días para evitar la esporulación de los ooquistes y debe enjuagarse con agua hirviendo para destruir cualquier quiste presente. (Barriga, O. 2002)
- Mujeres embarazadas y personas inmunosuprimidas deben evitar el contacto con gatos y suelos posiblemente contaminados. (Acha, P; Szyfres, B. 2003)
- Combatir moscas y cucarachas por ser posibles huéspedes de transporte de ooquistes. (Acha, P; Szyfres, B. 2003)
- Diagnóstico de anticuerpos circulantes en mujeres en edad reproductiva. (Acha, P; Szyfres, B, 2003; Dubey, J; Beattie, C. 1988)

**Gato:**

- Mantener a los gatos dentro de la casa y castrarlos para disminuir el riesgo de contraer la infección debido a la caza de roedores. (Angel, D. 2008)

- Alimentarlos con comidas envasadas. (Acha, P; Szyfres, B. 2003)
- No alimentarlos con carne cruda o vísceras mal cocidas. (Acha, P; Szyfres, B. 2003)

#### **4.1.11 TRATAMIENTO**

Los fármacos que se usan comúnmente son:

- La combinación de sulfadiazina y pirimetamina (acción sinérgica muy eficaz, pero está contraindicada en gestantes) (Cordero, et al. 1999; (Durlach, R; Martino, P. 2009)
- Sulfamidas (cualquier grupo de las sulfamidas que se difunda a través de la membrana celular del hospedero es útil para el tratamiento contra toxoplasmosis). (Dubey, J; Beattie, C. 1988)
- Espiramicina (tratamiento de elección en gestantes) (Cordero, et al. 1999)
- Clindamicina (da muy buenos resultados en perros y gatos, pero puede llegar a causar colitis ulcerativa). (Dubey, J; Beattie, C. 1988; Durlach, R; Martino, P. 2009)

#### **4.1.12 EPIDEMIOLOGÍA**

Se estima que entre el 30% y el 65% de habitantes de países por todo el mundo están infectados con Toxoplasmosis subclínica. (CDC. 2010)

América Latina presenta una prevalencia de 80%, la cual es mayor a las reportadas en E.E. U.U., Gran Bretaña y Europa continental (16%, 40% y 50% respectivamente). (Acha, P; Szyfres, B. 2003). En América Central existen informes de prevalencia de anticuerpos contra el agente que varían de 50 a 90%. (Chávez, A; Reyes, L; Chinchilla, M. 1998). Se reporta que más del 90% de los adultos de 30 a 40 años de edad son seropositivos. (Zambrano, J. 2006)

En la década de 1950, los estudios de seroprevalencia de *T. gondii* en Guatemala mostraron altas tasas de infección, (50% y 94 %). (Gibson, C; Coleman, N. 1958)

En los animales domésticos se han encontrado tasas altas de reaccionantes en gatos, ovejas, cabras y cerdos; tasas menores en caballos y perros, y bajas en bovinos. (Acha, P; Szyfres, B. 2003)

Las ratas y ratones juegan un papel importante en la epidemiología de la enfermedad, ya que el parásito tiene la capacidad de modificar el comportamiento, haciéndolos menos temerosos al gato, con el fin de aumentar la posibilidad de ser depredados, lo que garantiza la finalización de su ciclo de vida. (Berdoy, M, et al. 2000; Vyas, a, et al. 2007)

En Costa Rica, Chinchilla encontró una prevalencia de *Toxoplasma gondii* del 5% en *Mus musculus* y el 30,4% en *Rattus norvegicus* y *Rattus rattus*. (Chinchilla, M. 1978). Frenkel, también determinó una prevalencia en ratones de 3.5% (*Mus musculus*) y en ratas de 12,5% (*Rattus norvegicus*). (Ruiz, A; Frenkel, J. 1980).

En Kansas, Frenkel determinó una prevalencia de 3% de anticuerpos circulantes en ratones (*Mus musculus*) y ratas (*Rattus rattus*). (Smith, D; Frenkel, J. 1995)

En el 2006, Dubey, examinó 238 ratas (*Rattus norvegicus*) en Granada (India occidental) y encontró una prevalencia de 0.8%. (Dubey, J, et al. 2006)

En Guatemala, Ángel encontró que el 66% de roedores de tres mercados municipales ubicados en la zona 1 capitalina, tenía presencia de quistes de *Toxoplasma gondii*. (Angel, D. 2008)

## **4.2 ESPECIES DE ROEDORES PLAGA EN CASCOS URBANOS**

Los roedores hicieron su aparición en la tierra miles de años antes que el hombre y hoy constituyen una de las especies animales de mayor población en el planeta, debido a su capacidad de adaptación y a su gran potencial reproductivo. (Ricci, M; Padín, S. 2000). En América Latina la familia *Muridae*, (*Rattus norvegicus*, *Rattus rattus* y *Mus musculus*) han sido reconocidas como plagas de productos almacenados. (Elías, D. 1984)

### **4.2.1 *Rattus norvegicus***

La rata de Noruega o común, llamada también rata gris, parda o de alcantarilla, es más grande y agresiva que la rata negra, y solamente en condiciones especiales viven ambas especies en una misma área. (Elías, D. 1984) Tiene un hábitat semiacuático, se le encuentra a las orillas de ríos y arroyos, como también en redes cloacales y de desagües. Es buena nadadora y cavadora, en cambio es mala trepadora. Puede nadar de 50 a 70 horas antes de quedar exhausta. A través de las rejillas de desagüe pueden ingresar a los domicilios, contribuyendo de esta manera con la diseminación de enfermedades. Una rata joven puede pasar por un orificio de 2,5 cm. (Ricci, M; Padín, S. 2000). La rata parda es omnívora, sin embargo, prefiere los alimentos ricos en proteínas (carne) y féculas (cereales) y no desprecia otros materiales como cartón, huesos, etc. Los daños provocados se deben principalmente a la contaminación de alimentos, (ya

sea al roerlo o a causa de sus excrementos). Son animales gregarios, viven en grupos, y se reproducen rápidamente durante todo el año. Puede esperarse unas 7 camadas al año, con 10 crías por cada una. (Webmaster. 2007). Se distribuye en zonas templadas, subtropicales y tropicales de los cinco continentes. (Ricci, M; Padín, S. 2000)

#### **4.2.2 *Rattus rattus***

La rata negra, llamada también rata de los tejados, habita en las cercanías de las viviendas o dentro de ellas; en sistemas de desagües y cloacas, en basurales, paredes, techos y huecos de los árboles. (Ricci, M; Padín, S. 2000). Su color típico es el negro, pero puede variar hacia tonos grisáceos. (Elías, D. 1984). Son grandes trepadoras y saltadoras. Trepas sin dificultad postes de teléfonos y cañerías y está capacitada para dar grandes saltos, puede llegar a los 77 cm en un salto vertical y 2,4 m en uno horizontal, puede ingresar por orificios menores a los 2,5 cm. Es una especie omnívora. (Ricci, M; Padín, S. 2000)

#### **4.2.3 *Mus musculus***

El ratón doméstico o casero; probablemente es el mamífero más distribuido en el mundo. (Elías, D, 1984). Mide unos 10 centímetros de longitud, siendo de color marrón-rojizo. Su tamaño pequeño lo caracteriza y hace que pueda penetrar fácilmente por aberturas de 1 cm de diámetro y ocultarse en orificios pequeños y difíciles de localizar; puede saltar hasta 30,5 cm, así como caer de alturas de 2,5 metros sin causarse daño. (Webmaster. 2007). Puede vivir tanto en el exterior, como en interiores. Si bien es bastante omnívoro, prefiere los cereales. Es muy selectivo con su comida causando bastantes daños en el proceso pues ha de ir probando antes de encontrar algo que le guste. Se reproduce a lo largo de todo el año pudiendo tener hasta unas 10 camadas de 5 ó 6 crías cada una. (Webmaster. 2007)

#### 4.2.4 Características Físicas de los Roedores Plaga

CARACTERÍSTICAS	<i>Rattus norvegicus</i>	<i>Rattus rattus</i>	<i>Mus musculus</i>
<b>Peso del adulto</b>	200 – 500 g	150 – 250 g	12 – 30 g
<b>Largo del adulto (cabeza + cuerpo)</b>	18 - 25 cm	16 – 20 cm	6 – 9 cm
<b>Largo de la cola en el adulto</b>	15 – 21 cm	19 – 25 cm	7 – 10 cm
<b>Forma de la nariz</b>	Roma	Puntiaguda	Puntiaguda
<b>Orejas</b>	Pequeñas, cubiertas con pelos cortos, dobladas no llegan a los ojos.	Grandes, casi desnudas, dobladas cubren los ojos.	Grandes, con pocos pelos largos y finos.
<b>Cola</b>	Oscura arriba, clara abajo.	Uniformemente oscura.	Uniformemente oscura.
<b>Pelaje</b>	Pardo, esparcido con pelos lisos negros; vientre gris a blanco amarillento, encrespado.	Pardo negruzco a gris o negro; vientre blanco, gris o negro, liso.	Pardo claro, gris claro, liso.
<b>Heces</b>	En forma de cápsula, 2 cm.de largo.	En forma de huso, 1 cm. de largo.	En forma de barrita, 3 – 6 mm de largo.
<b>Vista</b>	Débil, no distingue colores.	Débil, distingue colores.	Débil, no distingue colores.

(Ángel, D. 2008)

## **V. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **5.1 MATERIALES**

#### **5.1.1 RECURSOS HUMANOS**

- Estudiante investigador
- 4 Médicos Veterinarios asesores
- Técnico de laboratorio
- Administrador del mercado

#### **5.1.2 RECURSOS FÍSICOS**

- 105 ratoneras tipo jaula
- Cebos (carne, mantequilla de maní, galletas, salchichas, tortilla)
- Guantes de cuero
- Cámara de sacrificio (hielera hermética de poliestireno expandido)
- Algodón
- Mascarillas descartables y con filtro de carbono
- Equipo de disección
- Lentes protectores para uso en laboratorio
- 1 caja de guantes de látex
- Papel mayordomo
- 1 plancha de poliestireno expandido (Duroport ®) de 8.5\*11pulg.
- Alfileres
- Bolsas herméticas
- Mortero
- Pistilo
- Colador
- Hielera para el transporte de muestras

- Bolsas negras
- Lápiz, lapicero, cuaderno de apuntes
- Vehículo
- Combustible
- Cámara fotográfica digital

### **5.1.3 RECURSOS BIOLÓGICOS**

- 100 roedores plaga recolectados en el mercado

### **5.1.4 RECURSOS QUÍMICOS**

- Cloro
- Cloroformo
- PBS

## **5.2 MÉTODOS**

### **5.2.1 LUGAR DEL ESTUDIO**

El municipio de Panajachel se encuentra situado en la parte Este del departamento de Sololá. Tiene una extensión territorial de 22 km<sup>2</sup> que equivale al 0.02% del territorio nacional y el 2.07% respecto al departamento. (DPM, 2008)

Actualmente el municipio de Panajachel, es un área protegida, debido a que forma parte de la cuenca del lago de Atitlán, se encuentra a una altitud de 1,573 m sobre el nivel del mar, con una longitud de 91°09'30", una latitud de 14°44'34" y posee un clima templado. (OMP, 2008)

Panajachel, limita con los siguientes municipios del departamento:

<b>NORTE:</b>	Con el municipio de Concepción y Sololá
<b>SUR:</b>	Con el municipio de Santa Catarina Palopó y El Lago de Atitlán
<b>ESTE:</b>	Con el Municipio de San Andrés Semetabaj y Santa Catarina Palopó
<b>OESTE:</b>	Con el Municipio de Sololá

Realicé el estudio en el mercado de la localidad, ubicado en la región norte del municipio. (Anexo. 2)

Procesé las muestras en el Laboratorio de Parasitología de la Facultad de Veterinaria, de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

### 5.2.2 DISEÑO DEL ESTUDIO

Estudio descriptivo de corte transversal.

### 5.2.3 DISEÑO DE MUESTREO

Realicé un muestreo completamente al azar.

La población a muestrear la obtuve utilizando la fórmula de poblaciones infinitas, suponiendo un error de 9.3%.

$$n = \frac{z^2 pq}{e^2}$$

n = población a muestrear

z = nivel de confianza (95%) 1.96

p = prevalencia estimada (66%)

q = (1-p) = (0.34)

e = margen de error (9.3%)

$$n = \frac{(1.96)^2 (.66) (0.34)}{(0.093)^2} = 99.66 = 100$$

#### **5.2.4 CAPTURA DE LOS ROEDORES**

Coloqué 15 jaulas en cada área del mercado (carnicerías, marranerías, pollerías, abarrotes y granos, frutas y verduras, comedores, ropa y zapaterías), distribuyéndolas de manera uniforme.

Las jaulas fueron de activación automática al momento que el roedor tocara el cebo. El material de éstas fue alambre galvanizado para evitar que ellos las destruyeran.

Ubiqué las jaulas en base a la observación de algún rastro de los roedores (presencia de deyecciones, marcas de grasa o aceite, manchas de orina, roeduras). Coloqué las trampas por la tarde-noche y las retiré la mañana siguiente previo a la apertura del mercado, la captura la realicé los días domingo, lunes y martes hasta coleccionar los 100 roedores.

#### **5.2.5 SACRIFICIO DE LOS ROEDORES**

Sacrifiqué los roedores el día de captura, esta actividad la hice en el municipio de Panajachel, en un local acondicionado para este evento. Utilicé mascarilla para gases con filtro de carbono, guantes de cuero y guantes de látex. Introduje a los roedores en la cámara de sacrificio (hielera), cada uno dentro de su jaula, para evitar cualquier riesgo de mordedura. Posteriormente, introduje algodón con cloroformo e inmediatamente sellé la cámara con su respectiva tapa y esperé aproximadamente 20 minutos, hasta que los roedores estuvieran muertos.

#### **5.2.6 NECROPSIA Y TOMA DE MUESTRAS**

Utilicé mascarillas descartables, guantes de látex y equipo de disección. (Parsonault, 2005). Coloqué al roedor sobre un soporte de poliestireno

expandido (Duroport ®), con la ayuda del equipo de disección inicié con la separación de la cabeza del roedor a nivel de la articulación atlanto-occipital, limpiando la superficie del cráneo y retirando los tejidos que la cubren. Realicé, con la ayuda de una tijera, dos cortes laterales longitudinales del cráneo, en dirección a craneal, iniciando a nivel de hueso occipital. Extraje el cerebro con unas pinzas, pellizcando las meninges. (Parsonneault, 2005)

Coloqué de nuevo al roedor en posición decúbito dorsal sobre el poliestireno expandido (Duroport ®), lo anclé con alfileres e hice una incisión transversal entre el tórax y el abdomen y luego una longitudinal por la línea media, a lo largo de todo el tórax. Desbridé los tejidos que cubren el tórax para poder cortar y retirar el esternón y extraje el corazón y el diafragma. (Parsonneault, 2005). Las muestras obtenidas (cerebro, corazón y diafragma) las coloqué en bolsas plásticas herméticas y las mantuve refrigeradas.

### **5.2.7 TRANSPORTE DE MUESTRAS**

Transporté las muestras hacia el Laboratorio de Parasitología de la FMVZ dentro de una hielera conservando la cadena fría.

### **5.2.8 PREPARACIÓN DE MUESTRAS**

Las muestras las procesé en el Laboratorio de Parasitología de la FMVZ, la semana seguida a cada captura.

Maceré los tejidos (corazón, cerebro y diafragma) en un mortero con la ayuda de un pistilo, agregué 5ml de solución PBS (solución buffer fosfato salino). Extraje de este macerado 2 ml, previamente colados, los cuales puse dentro de un tubo centrífuga. Coloqué los tubos dentro de la centrífuga a 3,000 rpm por 5 minutos. Descarté el sobrenadante quedando únicamente el sedimento dentro del

tubo. Agregué al sedimento 2ml de solución PBS y lo coloqué nuevamente en la centrífuga durante 5 minutos, para luego descartar el sobrenadante, este procedimiento lo realicé una vez más.

El sedimento que obtuve al final, lo coloqué en una lámina portaobjetos y lo cubrí con una laminilla cubreobjetos, en donde observé quistes de *Toxoplasma gondii*, por medio del microscopio en aumento 100X. (Ángel, D. 2008)

### 5.2.9 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

#### VARIABLES:

Prevalencia: para obtener el dato de la prevalencia de roedores plaga infectados con *Toxoplasma gondii* utilicé la siguiente fórmula:

$$p = \frac{\text{Número de animales positivos}}{\text{Número total de animales muestreados}}$$

Efecto de especie y efecto de sexo: para determinar el efecto de especie y sexo sobre la prevalencia de roedores plaga infectados con *Toxoplasma gondii* utilicé el método de G heterogeneidad o tabla de contingencia y la prueba exacta de Fisher.

ESPECIE: variable cualitativa que tiene dos categorías: *Rattus rattus* y *Mus musculus*.

Lugar: para determinar el lugar con mayor presencia de roedores infectados con *Toxoplasma gondii* en las distintas áreas del mercado, analicé la distribución porcentual por área.

## VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La prevalencia de roedores plaga infectados con *Toxoplasma gondii* (quistes) muestreados en el mercado municipal de Panajachel fue del 50% (Gráfica No. 1).

Esta prevalencia se aproxima a la encontrada por Ángel (2008) en tres mercados municipales de la zona 1 de la ciudad de Guatemala (66%); esto a pesar de la importante variación entre las poblaciones estudiadas debido a que los roedores encontrados por Ángel fueron *Rattus norvegicus* y *Mus musculus*, mientras que en el mercado de Panajachel se capturó *Rattus rattus* y *Mus musculus*.

La prevalencia encontrada en el presente estudio indica el papel importante que juegan las ratas y ratones en la epidemiología de la enfermedad. Se sabe que un parásito puede ser capaz de modificar el comportamiento de su huésped para su propio beneficio selectivo. Tal cambio de comportamiento selectivo se propone para incrementar el éxito reproductivo del parásito, por lo general mediante la mejora de su transmisión. En el caso de *Toxoplasma gondii*, provoca la pérdida de aversión a los olores del gato en roedores infectados lo que puede causar un aumento en las tasas de depredación y aumentar la transmisión del parásito a los gatos, una condición necesaria para su reproducción sexual. (Berdoy, M, et al. 2000; Vyas, a, et al. 2007)

Se debe tomar en cuenta que la negligencia, la falta de educación, capacitación adecuada e indiferencia del hombre al manipular alimentos y desechos, además de un buen programa de control de plagas han dado lugar al desarrollo de poblaciones de roedores en el mercado de Panajachel. Esto toma relevancia ya que no debe olvidarse que la importancia de las ratas y ratones para

la salud pública, está dada principalmente por las infecciones y enfermedades que portan como reservorios y que pueden transmitir a los humanos. (Picco, N; s.f.)

Al determinar el efecto de especie sobre la prevalencia de roedores plaga infectados con *Toxoplasma gondii* se encontró que la prevalencia de Toxoplasmosis en *Rattus rattus* (43/66, 65.15%) fue significativamente mayor (GH= 17.8253, gl = 1, P = 0.00002) a la registrada en *Mus musculus* (7/34, 20.59%) (Cuadro No. 1).

Al comparar los resultados obtenidos en diversos estudios realizados en distintos países del mundo donde se reportan prevalencias como 30.4% para *Rattus rattus* y de 5%, 3.5%, 3% para *Mus musculus* (Chinchilla, M. 1978; Smith, D; Frenkel, J. 1995; Ruiz, A; Frenkel, J. 1995) y el plasmado en la presente investigación, es interesante observar la misma tendencia, en donde se demuestra que el grado de infestación es diferente en forma significativa entre las distintas especies de roedores plaga.

Al determinar el efecto del sexo sobre la prevalencia de roedores plaga infectados con *Toxoplasma gondii*, se obtuvo significativamente mayor proporción de hembras positivas que machos, tanto en *Rattus rattus* (GH= 4.60, P=0.03) (Cuadro No. 3) como en *Mus musculus* (P= 0.021) (Cuadro No. 4). Para *Mus musculus* se utilizó la prueba exacta de Fisher, por tener frecuencias menores a 5 en la categoría de machos positivos (Sokal y Rohlf, 2000).

En general, sin diferenciar especie de roedor, la prevalencia de toxoplasmosis de las hembras (31/48, 64.6%) fue significativamente mayor (GH= 7.8526, gl=1, P= 0.005) que la de los machos (19/52, 36.5%) (Cuadro No. 2). Este resultado obtenido refleja gran similitud con los encontrados por Ángel en tres mercados municipales de la ciudad de Guatemala donde se encontró 51 hembras positivas y 15 machos positivos a la presencia de *Toxoplasma gondii*.

El lugar con mayor presencia de roedores infectados con *Toxoplasma gondii* del mercado de Panajachel corresponde al área de marranerías con un 32% (16/50) (Gráfica No. 2).

Esto último está relacionado a la ubicación física de las marranerías al colindar con un área verde, apta para ser utilizada por los roedores como lugar de reproducción y resguardo.

## VII. CONCLUSIONES

1. La prevalencia de roedores plaga infectados con *Toxoplasma gondii* (quistes) en el mercado de Panajachel, Sololá es del 50%.
2. La prevalencia de toxoplasmosis en *Rattus rattus* fue de 65.15%, mientras que en *Mus musculus* se encontró un 20.59%.
3. La prevalencia de toxoplasmosis en hembras corresponde a un 64.6% y en machos a un 36.5%.
4. El lugar con mayor número de roedores capturados e infectados con *Toxoplasma gondii* en el mercado de Panajachel corresponde al área de marranerías.

## VIII. RECOMENDACIONES

1. Realizar estudios en las carnes que se expenden en el mercado para determinar la presencia de quistes tisulares de *Toxoplasma gondii* y evaluar el riesgo de contaminación al humano.
2. Mantener limpios los locales para evitar la anidación de los roedores dentro de ellos, especialmente de *Mus musculus*.
3. Realizar un programa de control de roedores enfocado a disminuir la población de los mismos en el mercado.
4. Mejorar el manejo de la basura ya que por estar el vertedero en las mismas instalaciones del mercado es un factor importante que influye en la presencia de roedores en el lugar.

## IX. RESUMEN

Con la realización del estudio determiné la prevalencia de roedores plaga infectados con *Toxoplasma gondii* en el mercado de Panajachel, Sololá, ya que éstos pueden ser depredados por gatos que merodean el área; a su vez los félicos eliminar el parásito en sus excretas contaminando los productos que allí se comercializan.

Capturé 100 roedores plaga de los cuales 66 fueron de la especie *Rattus rattus* y 34 *Mus musculus*. Para *Rattus rattus* obtuve 43 muestras positivas de las cuales 25 eran hembras y 18 machos. Para *Mus musculus* obtuve 7 muestras positivas de las cuales 6 fueron hembras y 1 macho. Una vez colectados los roedores, a través de necropsia extraje cerebro, corazón y diafragma, los cuales maceraré con solución PBS estéril, el cual centrifugué, descartando el sobrenadante y el remanente lo observé en aumento 100X en busca de quistes de *Toxoplasma gondii*.

La prevalencia la determiné por el número de roedores positivos, encontrando una prevalencia del 50%. Además pude determinar mediante prueba estadística que la prevalencia de *Toxoplasma gondii* en *Rattus rattus* (65.15%) fue significativamente mayor que en *Mus musculus* (20.59%). Determiné estadísticamente, que sin importar especie de roedor la prevalencia de *Toxoplasma gondii* en hembras (64.6%) fue significativamente mayor que en machos (36.5%).

El lugar con mayor presencia de roedores infectados con *Toxoplasma gondii* del mercado de Panajachel corresponde al área de marranerías con un 32% (16/50).

## ABSTRACT

With the accomplishment of the study I determined the prevalence of rodents plague infected with *Toxoplasma gondii* in the market of Panajachel, Sololá, since these may be predated by cats that prowl the area; the cats turn removes the parasite in their excrements contaminating products that are marketed there.

I captured 100 rodents plague of which 66 were of the species *Rattus rattus* and 34 *Mus musculus*. To *Rattus rattus* got 43 positive samples of which 25 were females and 18 males. To *Mus musculus* got 7 positive samples of which 6 were females and 1 male. Once rodents collect, through necropsy extracted brain, heart and diaphragm, which macerate with sterile PBS solution, which centrifuge, discarding the supernatant and the remainder is observed at 100X magnification in search of cysts of *Toxoplasma gondii*.

The prevalence determined by the number of positive rodents, found a prevalence of 50%. Could also determine by statistical evidence that the prevalence of *Toxoplasma gondii* on *Rattus rattus* (65.15%) was significantly larger than *Mus musculus* (20.59%). Determined statistically, that regardless of species of rodents prevalence of *Toxoplasma gondii* in females (64.6%) was significantly larger than in males (36.5%).

The place with the highest presence of rodents infected with *Toxoplasma gondii* from Panajachel market corresponds to the stores pork products with a 32% (16/50).

## X. BIBLIOGRAFÍA

1. Acha, P; Szyfres, B. 2003. Zoonosis y enfermedades transmisibles comunes al hombre y a los animales. 3ed. vol. 3. Washington, D.C. OPS. 413 p.
2. Ángel, D. 2008. Determinación de la presencia de quistes de *Toxoplasma gondii*, en ratas o ratones de tres mercados municipales de la ciudad de Guatemala. Tesis Lic. Med. Vet. Guatemala, GT, USAC/FMVZ 49 p.
3. Barriga, O. 2002. Las enfermedades parasitarias de los animales domésticos en América Latina. Santiago, CHI, Germinal. 259 p.
4. Berdoy, M. et al. 2000. Fatal attraction in rats infected with *Toxoplasma gondii*. (en línea). Estados Unidos de Norte América. Consultado 18 abr. 2010. Disponible en <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11007336>
5. CDC (Centers for Disease Control and Prevention, US). 2010. Toxoplasmosis. (en línea). Consultado 18 mar. 2010. Disponible en <http://www.cdc.gov/parasites/toxoplasmosis/index.html>
6. Chávez, A; Reyes, L; Chinchilla, M. 1998. Aislamiento de *Toxoplasma gondii* en carne de cerdo: confirmación de una hipótesis. (en línea). CR. Consultado 20 mar. 2010. Disponible en [http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S071607201998000300011&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S071607201998000300011&script=sci_arttext)
7. Chinchilla, M. 1978. Epidemiología de la toxoplasmosis en Costa Rica: importancia de los roedores domésticos. (en línea). Consultado 07 jun.

2010. Disponible en <http://orton.catie.ac.cr/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=OE-T.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=002824>

8. Cordero, et al. 1999. Parasitología Veterinaria. España, McGraw-Hill. 665-668 p.
9. Dubey, J; Beattie, C. 1988. Toxoplasmosis of animals and man. Estados Unidos de Norte América, CRC. 322 p.
10. Dubey, J, et al. 2006. Prevalence of *Toxoplasma gondii* in rats (*Rattus norvegicus*) in Grenada, West Indies. (en línea). Consultado 10 jun. 2010. Disponible en [http://www.ars.usda.gov/research/publications/publications-.htm?seq\\_no\\_115=193931](http://www.ars.usda.gov/research/publications/publications-.htm?seq_no_115=193931)
11. Durlach, R; Martino, P. 2009. *Toxoplasma gondii*: infección en perros y gatos. (en línea). AR. Consultado 5 mayo 2010. Disponible en <http://www.veterinariargentina.com/revista/2009/08/toxoplasmagondiiinfecciónenperrosygatos/>
12. Elías, D. 1984. Roedores como plagas de productos almacenados; control y manejo. (en línea). Chile, FAO. Consultado 14 jul. 2010. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/x5052s/x5052S00.htm>
13. Gatti, R. 2000. La Toxoplasmosis. (en línea). AR. Consultado 18 mar. 2010. Disponible en <http://www.aamefe.org/toxoplasmosis.html>
14. Gibson, C; Coleman, N. 1958. The prevalence of *Toxoplasma* antibodies in Guatemala and Costa Rica. (en línea). Consultado 5 mayo 2010. Disponible en <http://www.ajtmh.org/cgi/content/abstract/7/3/334>

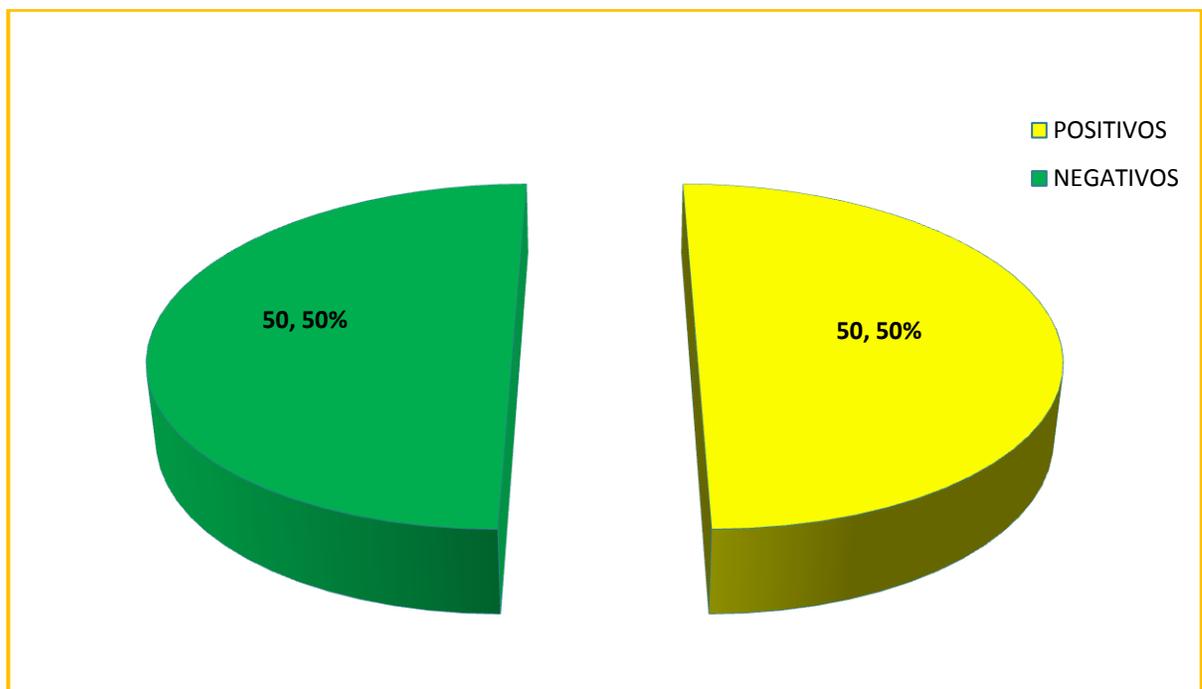
15. OIE (Organización Mundial de Sanidad Animal, US). 2005. Toxoplasmosis. (en línea). Estados Unidos de Norte América. Consultado 18 mar. 2010. Disponible en <http://www.cfsph.iastate.edu/Factsheets/pdfs/toxoplasmosis-.pdf>
16. OIE (Organización Mundial de Sanidad Animal, US). 2008. Manual de la OIE sobre animales terrestres: Toxoplasmosis. (en línea). Consultado 5 mayo 2010. Disponible en [http://www.oie.int/ESP/normes/mmanual/pdf\\_e-s2008/2.09.10.%20Toxoplasmosis.pdf](http://www.oie.int/ESP/normes/mmanual/pdf_e-s2008/2.09.10.%20Toxoplasmosis.pdf)
17. DMP (Dirección Municipal de Planificación, GT). 2008. Contexto municipal: Panajachel, Sololá. Panajachel, Sololá, DMP. 13 p.
18. Pantoja, A; Pérez, L. 2001. Reseña histórica acerca de las investigaciones relacionadas con la toxoplasmosis. (en línea). Cuba. Consultado 20 abr. 2010. Disponible en [http://bvs.sld.cu/revistas/mtr/vol53\\_2\\_01/mtr08201.pdf](http://bvs.sld.cu/revistas/mtr/vol53_2_01/mtr08201.pdf)
19. Parsoneault, E; Ward, J. 2005. Virtual mouse necropsy (en línea). s.l. Consultado 25 abr. 2010. Disponible en <http://icg.cpmc.columbia.edu/catto-retti/Protocol/FilesInPdf/NCIVetp.pdf>
20. Pereira, A; Pérez, M. 2002. Toxoplasmosis. (en línea). Chile. Consultado 20 abr. 2010. Disponible en <http://external.doyma.es/pdf/4/4v21n04a1302-8954pdf001.pdf>
21. Picco, N; s.f. Los roedores como transmisores de enfermedades zoonóticas. (en línea). s.l. Consultado 16 abr. 2010. Disponible en <http://www.avideter.com/ftp/articles/articulo550.pdf>

22. Ricci, M; Padín, S. 2000. Roedores transmisores de enfermedades: medidas de prevención y control. (en línea) Buenos Aires, AR. Consultado 14 jul. 2010. Disponible en <http://www.agro.unlp.edu.ar/institucional/secretarias/extension/publicacionestecnicas/roedoresPrevencion.pdf>
23. Rossanigo, C. s.f. Protozoarios: Sarcocystosis y Toxoplasmosis. (en línea). Consultado 10 abr. 2010. Disponible en <http://www.inta.gov.ar/anguil/info/-p-u-blicaciones/publi70/protozoarios.pd>
24. Ruiz, A; Frenkel, J. 1980. Intermediate and transport hosts of *Toxoplasma gondii* in Costa Rica. (en línea). Consultado 07 jun. 2010. Disponible en <http://www.ajtmh.org/cgi/content/abstract/29/6/1161>
25. Smith, D; Frenkel, J. 1995. Prevalence of antibodies to *Toxoplasma gondii* in wild mammals of Missouri and east central Kansas: biologic and ecologic considerations of transmission. (en línea). Consultado 08 jun. 2010. Disponible en <http://www.jwildlifedis.org/cgi/content/abstract/31/1/15>
26. Sokal, R; Rohlf, J. 1995. Biometry. 3ed. Estados Unidos de Norte América, W. H. Freeman and Company. 869 p.
27. Vyas, A. et al. 2007. The effects of *Toxoplasma* infection on rodent behavior are dependent on dose of the stimulus. (en línea). Estados Unidos de Norte América. Consultado 18 abr. 2010. Disponible en <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2430144/>
28. Vignau, M. et al. 2005. Parasitología práctica y modelos de enfermedades parasitarias en animales domésticos. Buenos Aires, AR, UNLP. 195 p.

29. Webmaster. 2007. Plaga de ratas. (en línea). Consultado 26 ago. 2010. Disponible en <http://www.portalbonsai.com/plagas/categoria.asp?idcat=115>
  
30. Zambrano, J. 2006. Prevalencia de Toxoplasmosis en mujeres embarazadas que asisten a la maternidad del Hospital Roosevelt. Tesis Lic. Quim. Bio. Guatemala, GT. USAC/FCCQF 69 p.

### GRÁFICA No. 1

ROEDORES PLAGA POSITIVOS Y NEGATIVOS A LA PRESENCIA DE *Toxoplasma gondii*, EN EL MERCADO DE PANAJACHEL, SOLOLÁ.



**CUADRO No. 1**

ROEDORES PLAGA INFECTADOS CON *Toxoplasma gondii* SEGÚN LA ESPECIE, EN EL MERCADO DE PANAJACHEL, SOLOLÁ.

<b>Especie</b>	<b>Muestras Positivas</b>	<b>Muestras Negativas</b>	<b>Total Muestras</b>	<b>Prevalencia</b>
<b><i>Rattus rattus</i></b>	43	23	66	<b>65.15%</b>
<b><i>Mus musculus</i></b>	7	27	34	<b>20.59%</b>
<b>Total</b>	50	50	100	

<b>Prueba de GH</b>	
<b>GH</b>	17.8253
<b>gl</b>	1
<b>P</b>	0.00002

## CUADRO NO. 2

ROEDORES PLAGA INFECTADOS CON *Toxoplasma gondii* SEGÚN EL SEXO,  
EN EL MERCADO DE PANAJACHEL, SOLOLÁ.

Ambas especies	Muestras Positivas	Muestras Negativas	Total Muestras	Prevalencia
Hembras	31	17	48	64.6%)
Machos	19	33	52	36.5%)
Total	50	50	100	

Prueba de GH	
GH	7.8526
gl	1
P	0.005

### CUADRO NO. 3

ROEDORES PLAGA INFECTADOS CON *Toxoplasma gondii*, SEGÚN EL SEXO EN LA ESPECIE *Rattus rattus* EN EL MERCADO DE PANAJACHEL, SOLOLÁ.

<b><i>Rattus rattus</i></b>	<b>Muestras Positivas</b>	<b>Muestras Negativas</b>	<b>Total Muestras</b>	<b>Prevalencia</b>
<b>Hembras</b>	25	7	32	<b>78.13%</b>
<b>Machos</b>	18	16	34	<b>52.94%</b>
<b>Total</b>	43	23	66	

<b>Prueba de GH</b>	
<b>GH</b>	4.60
<b>P</b>	0.03

#### CUADRO NO. 4

ROEDORES PLAGA INFECTADOS CON *Toxoplasma gondii*, SEGÚN EL SEXO EN LA ESPECIE *Mus musculus* EN EL MERCADO DE PANAJACHEL, SOLOLÁ.

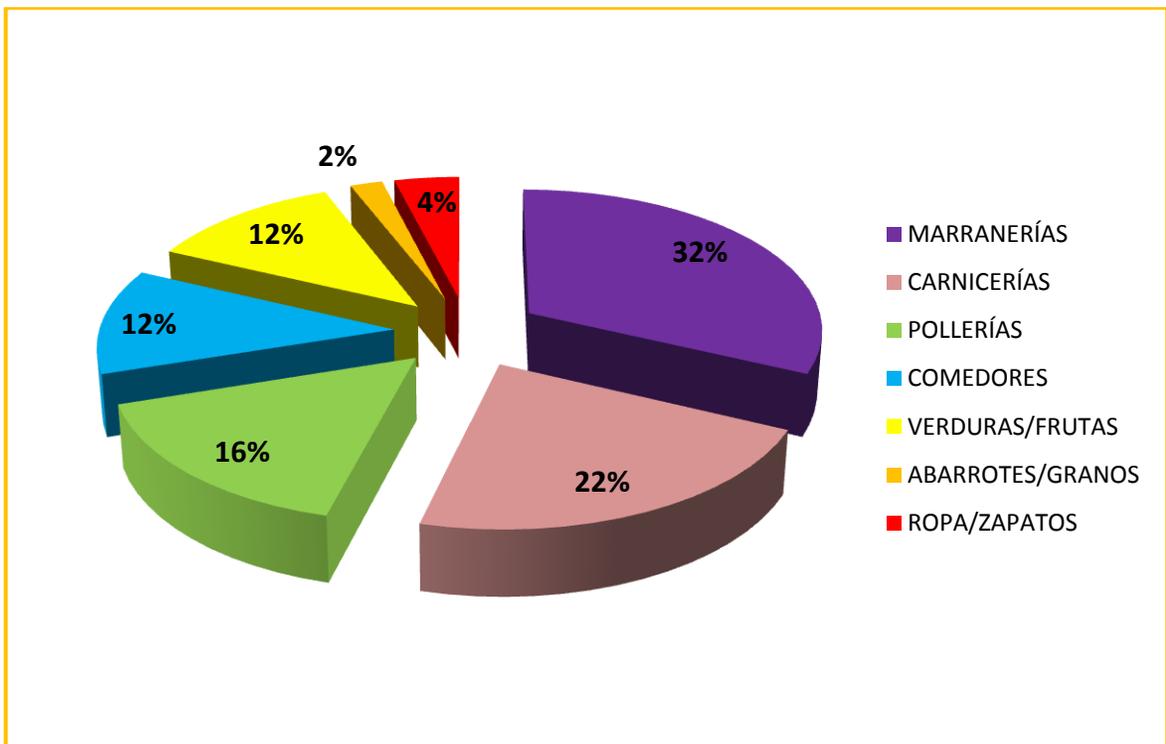
<i>Mus musculus</i>	Muestras Positivas	Muestras Negativas	Total Muestras	Prevalencia
Hembras	6	10	16	37.5%
Machos	1	17	18	5.55%
Total	7	27	34	

#### Prueba Exacta de Fisher

P	0.021
---	-------

## GRÁFICA No. 2

DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DE ROEDORES PLAGA INFECTADOS CON *Toxoplasma gondii*, EN LAS DISTINTAS ÁREAS DEL MERCADO DE PANAJACHEL, SOLOLÁ.



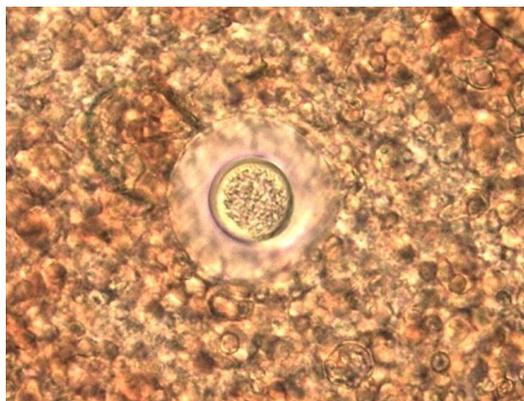
**FOTO No. 1**

*Toxoplasma gondii* (quiste tisular) encontrado en muestra de *Mus musculus* del mercado de Panajachel, Sololá.



**FOTO No. 2**

*Toxoplasma gondii* (quiste tisular) encontrado en muestra de *Rattus rattus* del mercado de Panajachel, Sololá.



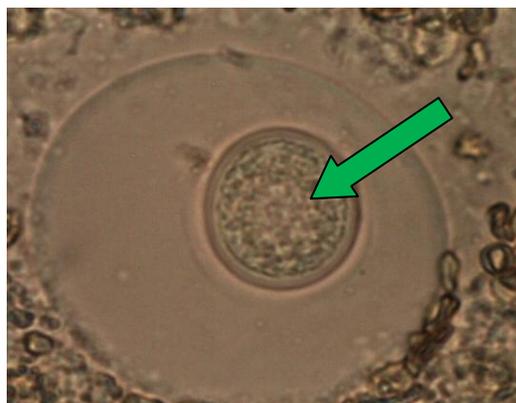
**FOTO No. 3**

*Toxoplasma gondii* (quiste tisular) encontrado en tejido de roedor del mercado de Panajachel, Sololá. Véase la membrana que rodea a los bradizoitos.



**FOTO No. 4**

*Toxoplasma gondii* (quiste tisular) encontrado en tejido de roedor del mercado de Panajachel, Sololá. Nótese los bradizoitos dentro del quiste.



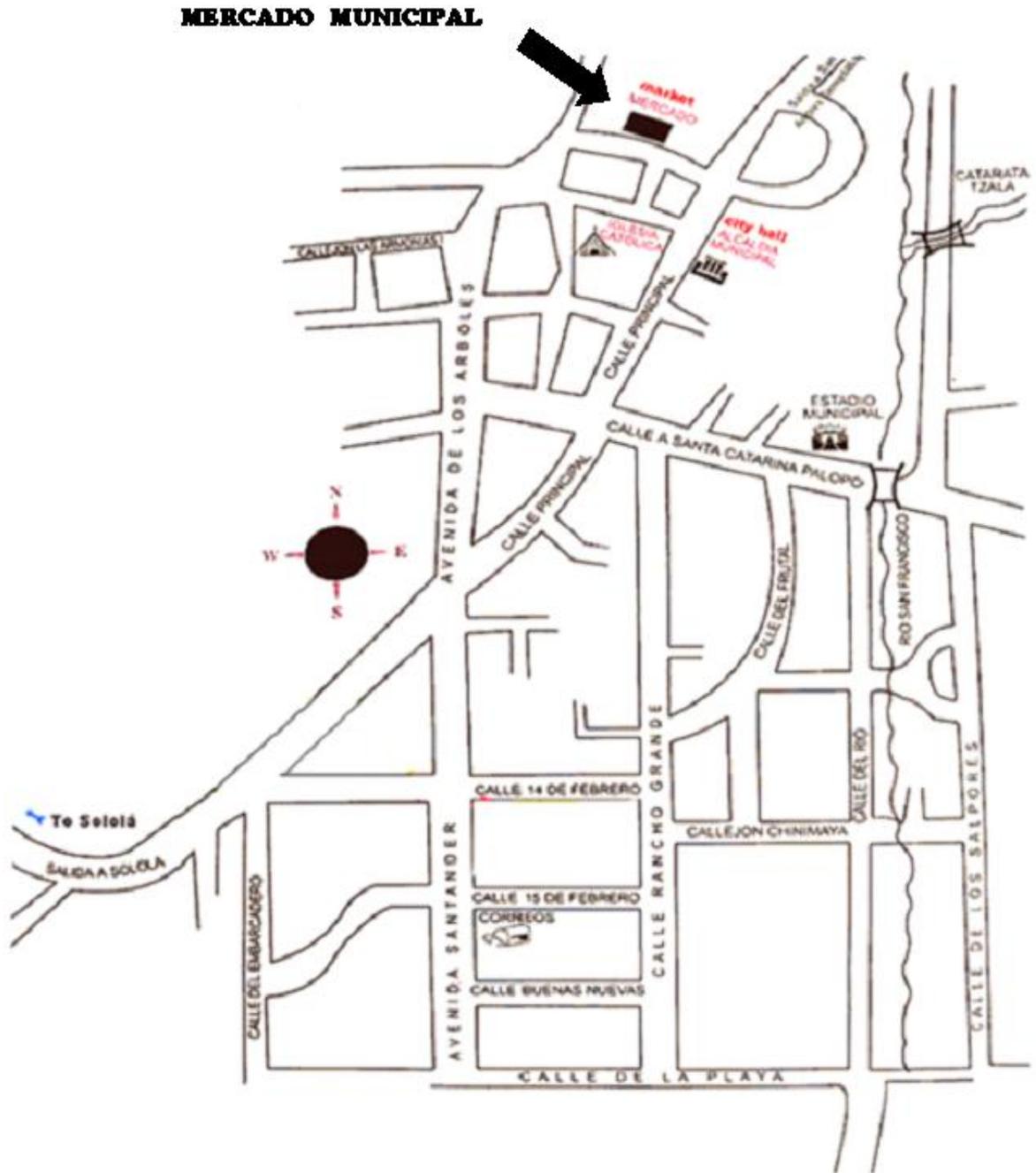
# **XI. ANEXOS**

**ANEXO 1. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA DE PANAJACHEL, SOLOLÁ.**



FUENTE: Dirección Municipal de Planificación, 2011  
Panajachel, Sololá

**ANEXO 2. CROQUIS DE LA UBICACIÓN DEL MERCADO MUNICIPAL EN PANAJACHEL, SOLOLÁ.**



### ANEXO 3. CROQUIS DEL MERCADO MUNICIPAL DE PANAJACHEL



PLANTA ARQUITECTONICA

ESCALA: 1:200

FUENTE: Dirección Municipal de Planificación, 2011

Panajachel, Sololá

## ANEXO 4. CARACTERÍSTICAS MORFO-BIOLÓGICAS DE LOS ROEDORES PLAGA

