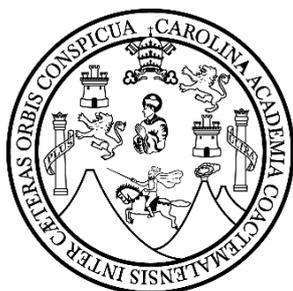


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO
MAESTRÍA EN CIENCIA ANIMAL



**Factores para la presencia de la Cucaracha americana
(*Periplaneta americana*) y los parásitos helmintos que porta, en
domicilios del área rural de Guatemala.**

WENDY CELESTINA HERNÁNDEZ MAZARIEGOS

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2021

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO

Factores para la presencia de la Cucaracha americana (*Periplaneta americana*) y los parásitos helmintos que porta, en domicilios del área rural de Guatemala.

TESIS

Presentada al comité evaluador de tesis de la escuela de postgrado en cumplimiento con los requisitos establecidos por el Sistema de Postgrado y la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de San Carlos de Guatemala

POR

M.V. Wendy Celestina Hernández Mazariegos

Como requisito para optar al grado académico
de Maestro en Ciencias

AGRADECIMIENTOS

A Dios:

Por el privilegio de la vida.

Por el hermoso regalo que me ha dado aquí en la tierra: Mi familia.

A mi familia:

A mis papás: a mi mamá Angélica y a mi papá Vicente.

A mi abuelita Celestina.

A mis hermanos: Beatriz, Toniño, Nataly, Julio y Karen.

A mis sobrinos: José Raúl y Emma.

Gracias por su apoyo incondicional y por ser mi inspiración.

A todos:

Familia, amigos, conocidos.

Gracias porque sin cada pasa de ustedes mi paso no avanzaría.

ÍNDICE

Resumen	1
Abstract	2
Introducción	3
Métodos	4
Resultados	6
Discusión	9
Referencias	14

PRESENTACIÓN

El presente trabajo de tesis titulado “Factores para la presencia de la Cucaracha americana (*Periplaneta americana*) y los parásitos helmintos que porta, en domicilios del área rural de Guatemala”, está redactado en formato de artículo científico, tal como lo establece el Normativo de Tesis de Maestría en Ciencias de la Escuela de Postgrado de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia; y apto para ser remitido a una revista científica indexada.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y
ZOOTECNIA ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO

TRABAJO PRESENTADO POR

M.V., Wendy Celestina Hernández Mazariegos
AUTOR

Ph.D., MSc., M.V., Federico Villatoro
TUTOR

M.A., Lic. Zoot., Ligia Vanesa Ríos de León
DIRECTORA DE ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO

IMPRIMASE

M.A., M.V., Gustavo Enrique Taracena Gil
DECANO

Factores para la presencia de la Cucaracha americana (*Periplaneta americana*) y los parásitos helmintos que porta, en domicilios del área rural de Guatemala.

¹Hernández-Mazariegos, W. C., & ^{1,2}Villatoro, F.

¹Maestría en Ciencia Animal, Escuela de Estudios de Postgrado, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. FMVZ. Universidad de San Carlos de Guatemala. USAC.

²Instituto de Investigación en Ciencia Animal y Ecosalud. IICAE. FMVZ. USAC.

*Autor al que se dirige la correspondencia: wendychm7@hotmail.com

Resumen

La cucaracha *Periplaneta americana* se encuentra distribuida en todo el mundo. Habita diferentes lugares desde bosques, estepas, desiertos, hasta viviendas. Esto le permite proximidad de contacto con diversidad de especies animales y el humano; y facilita el intercambio con una variedad de microorganismos incluidos los parásitos helmintos. El objetivo de este estudio fue evaluar factores que se asocian a la presencia de la cucaracha americana y los parásitos helmintos que porta, en casas de una comunidad rural de Guatemala. Se hizo captura de 257 cucarachas en 38 de las 70 casas en estudio, en las cuales se determinó que los factores que explica mejor la cantidad de cucarachas son la pared de nylon, el techo de terraza, la presencia perros, y el método para el control de los insectos. Se identificaron cinco especies de nematodos: *Hammerschmidtella* spp. en el 26% (66/257) de las cucarachas, *Leidynema appendiculatum* en el 3% (8/257), *Thelastoma* spp. en el 2.7% (7/257), *Protrellus* spp. en el 0.8% (2/257), y *Trichuris* spp en el 0.4% (1/257); y una especie de acantocéfalo: *Moniliformis moniliformis* en el 0.8% (2/257) de los individuos. Se identificaron 83 (32%) cucarachas parasitadas con al menos una de las seis especies de helmintos identificados. No se encontró diferencia de cucarachas parasitadas por sexo y edad y tampoco con otros factores como lugar de captura. Sin embargo, la mayor cantidad de cucarachas parasitadas fueron capturadas en alcantarillas, cocinas y patios de las casas. Para Guatemala este es el primer estudio que muestra la importancia de los factores relacionados a la presencia de cucarachas y sus helmintos. Factores que van desde materiales de construcción hasta prácticas sanitarias; desde helmintos comunes en cucarachas, hasta parásitos de importancia para la salud animal y humana (e.g., *Moniliformis*).

Abstract

The *Periplaneta americana* cockroach is found throughout the world. It inhabits different places from forests, steppes, deserts, to homes. This allows it proximity of contact with diversity of animal species and the human; and facilitates exchange with a variety of microorganisms including helminth parasites. The objective of this study was to evaluate factors that are associated with the presence of the American cockroach and the helminth parasites that it carries, in houses of a rural community in Guatemala. 257 cockroaches were captured in 38 of the 70 houses under study, in which it was determined that factors that best explain the number of cockroaches are the nylon wall, the terrace roof, presence of dogs, and the method of controlling insects. Five species of nematodes were identified: *Hammerschmidtella* spp. in 26% (66/257) of cockroaches, *Leidynema appendiculatum* in 3% (8/257), *Thelastoma* spp. in 2.7% (7/257), *Protrellus* spp. in 0.8% (2/257), and *Trichuris* spp. in 0.4% (1/257); and a species of acantocephalus: *Moniliformis moniliformis* in 0.8% (2/257) of the individuals. 83 (32%) cockroaches were identified as parasitized with at least one of the six species of helminths identified. No difference was found in parasitized cockroaches by sex and age and neither with other factors such as capture. However, the largest number of parasitized cockroaches were captured in sewers, kitchens, and backyards. For Guatemala, this is the first study that shows the importance of factors related to the presence of cockroaches and their helminths. Factors ranging from building materials to sanitary practices; from common helminths in cockroaches, to parasites of importance to animal and human health (e.g., *Moniliformis*).

Introducción

Las cucarachas son insectos de un taxón diverso que comprende más de 3500 especies distribuidas en todo el mundo (Cochran 1999; Roth y Willis, 1957). La más común es la cucaracha *Periplaneta americana* (Al-Mayali y Mahdi, 2010; Cochran 1999; Roth y Willis, 1957), encontrada en los hogares donde hay higiene inadecuada y disponibilidad de alimento; convirtiéndose en plaga, lo que provoca proximidad de contacto con animales y el humano (Adenusi, Akimyemi y Akinsanya, 2018; Cochran, 1999; Fernández, Martínez, Tantalean y Martínez, 2001). Esta proximidad de contacto es de importancia en salud pública por la diversidad de patógenos que transmiten y albergan estos insectos (Cochran 1999; Iannacone, Velazquez y Arrascue, 1999; Salehzadeh, Tavacol y Mahjub, 2007).

Periplaneta americana habita en ambientes húmedos y secos, lo que le permite compartir el hábitat con diversidad de especies animales e intercambiar entre sí variedad de patógenos (Falsone, et al., 2017). El interés por los agentes infecciosos que transmiten las cucarachas ha surgido desde la segunda guerra mundial (Roth y Willis, 1957). Hasta la fecha se conoce que estos insectos son transmisores de alrededor de 40 especies de bacterias (e.g., *Escherichia coli*, *Mycobacterium* spp., *Salmonella* sp.); son huéspedes intermediarios de protozoos como *Toxoplasma gondii* y *Giardia*, de hongos *Aspergillus* spp. y *Candida* (Adeleke et al., 2012; Al-Mayali y Al-Yaqoobi, 2010; Cochran 1999; Ramírez 1989; Roth y Willis, 1957; Talgi 2016), y helmintos como cestodos, nematodos y acantocéfalos (Holt, 1989; Iannacone, et al., 1999).

Varios estudios han determinado la presencia de parásitos helmintos en las cucarachas con significancia en veterinaria y de importancia en salud pública, tanto en forma experimental como en forma natural (e.g., *Hymenolepis* sp., *Taenia* sp., *Ascari* sp., *Ancylostoma* sp., *Aelurostrongylus abstrusus*, *Moniliformis moniliformis*) (CDC, 2017; Falsone, et al., 2017; Fernández, et al, 2001; Kogi, Hamu, et al., 2014; Yaro y Mbah, 2016; Roth y Willis, 1957; Southwell, 1922). Esto pone en evidencia que la presencia de parásitos en los insectos es indicativo de su circulación (Holt, 1989), que su abundancia de los parásitos está relacionada con la riqueza promedio de los parásitos encontrados en cucarachas (Iannacone, et al., 1999), y que la presencia de las cucarachas es debido a la disponibilidad de alimento y malas prácticas de higiene, proporcionando una atmósfera agradable para la infestación de estos insectos (Adenusi, et al., 2018).

En Guatemala, estudios en animales y humanos evidencian la circulación de parásitos helmintos cuyo ciclo involucra a las cucarachas (e.g., *Moniliformis*, *Hymenolepis*, Cook, et al, 2009; Hernández, et al., 2020; Jarquín, et al., 2016; Menéndez, 2003; Ramírez, 1989). Sin

embargo, en el país no hay estudios de factores que contribuyan a la presencia de estos insectos y de sus parásitos, desconociéndose qué tan común es la presencia de estos insectos en hogares, cuáles son las condiciones ideales para la presencia de las cucarachas, y el papel que están teniendo para el sostenimiento del ciclo de parásitos helmintos; parásitos que podrían estar siendo subdiagnosticados (Salehabadi, Mowlavi, y Sadjjadi, 2008), porque no son tomados en cuenta en los diagnósticos, debido a la sintomatología similar que provocan a otras parasitosis y a la falta de evidencia de su circulación.

El objetivo de este estudio fue evaluar factores relacionados a la presencia de cucarachas *Periplaneta americana* y los parásitos helmintos que estas portan, en domicilios de una comunidad rural de Guatemala, para genera información que podría ser tomada en cuenta en salud pública y veterinaria como medidas de prevención y control, diagnósticos parasitológicos, y en futuros estudios ecológicos del insecto y de sus parásitos.

Métodos

Área de estudio

El estudio se realizó en el caserío Santa Teresita del municipio de San Martín del departamento de Retalhuleu, durante los meses de Mayo y Junio de 2018. Localidad que se ubica en la región Sur occidental del país de Guatemala (14°35'42.39"N, 91°35'47"O), limita al norte con Quetzaltenango, y al sur con el Océano Pacífico. Su clima es cálido, con temperatura máxima de 34°C y mínima de 22°C, y humedad relativa de 71% (INSIVUMEH, 2018; SEGEPLAN, 2011).

Selección de las casas y colección de datos

De las 94 casas en el área de estudios se incluyeron 70 (74%). En cada una de las casas se colectó la siguiente información: tipo de pared, suelo, techo, presencia de animales domésticos, control de cucarachas, y se hizo captura de cucarachas.

Captura de insectos y selección de insectos

La captura de los insectos se realizó con trampa de plástico (15cm x 7.5 cm, elaborada para estos fines) (Cazorla Perfetti, Morales, y Navas, 2015), que fueron colocadas dentro y alrededor de las casas seleccionadas. Tres trampas por casa durante dos noches fueron colocadas en lugares como la cocina, dormitorios, sala, baño, patio, o en lugares donde las personas indicaron la presencia de cucarachas (e.g., alcantarillas). Las trampas fueron

colocadas entre las 15 y 18 hr y revisadas al día siguiente a las 8 hr (Hamu, et al., 2014). Cada trampa contenía en el fondo una capa de Vaselina®, para evitar el escape de las cucarachas, y pan o galleta como cebo. Asimismo, se hizo captura manual, en todas las casas, durante los días de colocación de las trampas, realizando el mismo esfuerzo de muestreo en cada casa.

Las cucarachas capturadas fueron trasladadas en tubos estériles a una estación de trabajo. Luego, cada cucaracha fue eutanasiada por decapitación (Falsone, et al., 2017), identificada y luego conservada en formol 2%, hasta su procesamiento al laboratorio. La identificación de la especie (*Periplaneta americana*) fue confirmada de acuerdo a características morfológicas, la edad fue estimada (adulto y juvenil) y el sexo (macho, hembra o ninfa) identificado (Cochran, 1999).

Métodos de laboratorio

Las cucarachas fueron analizadas en el laboratorio de la Unidad de Parasitología de la Escuela de Veterinaria de la Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC). A cada cucaracha se le separó la cabeza, las alas y las patas, después se realizó una incisión circular en el abdomen para extraer el hemoceloma y los intestinos (Holt, 1989). La cabeza, alas, patas y el exoesqueleto (área externa) fueron macerados en 9 ml de solución salina 0.9%, luego tamizado y el contenido centrifugado a 2500 rpm por 5 min. El sobrenadante fue retirado y el sedimento observado. Se realizó el mismo procedimiento de macerado, tamizado, y centrifugado para el hemoceloma en conjunto con el intestino (área interna).

Las muestras de sedimento del área externa e interna se tiñeron con solución de Lugol (2%), teniendo duplicados para su validación. Cada muestra se examinó para la observación de huevos y adultos de helmintos, usando un microscopio de luz estándar (10X y 40X). Los parásitos helmintos fueron identificados de acuerdo a la descripción morfológica de diferentes guías diagnósticas (Blanco et al., 2012; Mehlhorn, Duwel, y Raether., 1994; Nedelchev, et al., 2013; Ozawa, et al., 2014 y 2016).

Análisis de datos

Se hizo análisis descriptivo de los datos de las casas (e.g., tipo de pared, piso, techo, presencia de animales domésticos, presencia de roedores, control de cucarachas, presencia y cantidad de cucarachas), y de las cucarachas (e.g., Sexo, edad, especies de parásitos, y lugar de captura). Se calculó la prevalencia de cucarachas parasitadas por especie de parásito

(número de cucarachas parasitadas / total de cucarachas examinadas) acorde a Bush et al. (1997).

Para determinar los factores asociados a la presencia de *P. americana* se hizo un análisis con Modelos de regresión de efectos mixtos (Bolker et al 2009), donde se consideró como variable respuesta a la cantidad de cucarachas, como predictores el tipo de techo, de pared, de piso, presencia de perros, de gatos, aves de traspatio, y si tenían o no un método de control, y como factores aleatorios la identificación de la casa (ID) y el tipo de captura (manual o trampa) (cantidad cucarachas ~ tipo piso + tipo techo + tipo pared + presencia perros + presencia gatos + presencia aves traspatio + control + (1|ID_casa) + (1|tipo_captura), familia= poisson). Para determinar qué factores explican mejor la presencia de cucarachas parasitadas también se utilizaron Modelos de regresión de efectos mixtos donde se consideró como variable respuesta la presencia de cucarachas parasitadas, como predictores el lugar de captura, sexo y edad, y como factor aleatorio la identificación de la casa (presencia cucarachas parasitadas ~ lugar_captura + sexo + edad + (1|ID_casa), familia= binomial). Asimismo, para cada modelo se calculó el Delta AICc (Criterio de información de Akaike) para explorar cuando pierde cada modelo respecto al modelo general (Burnham y Anderson 2004).

También se hicieron comparaciones entre cantidad de cucarachas parasitadas por lugar de captura (cocina, dormitorios, sala, patio, alcantarillas) con el test de Fisher, y comparaciones por edad y por sexo con el test de Chi². Los análisis estadísticos fueron analizados en RStudio versión 3.4.4 (R Core team, 2021).

Consideraciones éticas

No se hicieron preguntas de información sensible durante la encuesta. Sin embargo, se obtuvo consentimiento verbal informado del jefe de hogar antes de obtener información de las casas y del procedimiento de trampeo.

Resultados

Factores asociados a la presencia de cucarachas

Se hizo un muestreo de captura de cucarachas en 70 casas, en las cuales se pudo observar que tenían diferentes **tipo de piso**: 44 casas con piso de cemento, 11 con tierra, y 15 combinación de cemento y tierra; diferente **tipo de pared**: 40 casas con pared de block, 5 de lámina, 2 de madera, 1 de nylon, y 17 combinaciones de block con otro, 3 de lámina y otro, y

2 de madera y otro; diferente **tipo de techo**: 68 casas con techo de lámina y 2 de terraza. Así mismo se pudo tomar datos de la presencia de animales: en 34 casas habían perros, en 27 gatos, y en 26 aves de traspatio. Se observó la presencia de dos o tres tipos de animales por casa.

Del total de las casas en estudio (70) en 38 se capturaron 257 cucarachas *Periplaneta americana*, con un mínimo de captura de una y un máximo de 32. Según el análisis estadístico del modelo de regresión mixto, la probabilidad de la cantidad de cucarachas en las casas fue explicada principalmente por el tipo de pared con nylon, seguido tipo de techo terraza, método de control de cucarachas, y por último la presencia de perros (Tabla 1). Según resultados Delta AICc, el mejor modelo fue el modelo general (cantidad cucarachas ~ tipo piso + tipo techo + tipo pared + presencia perros + presencia gatos + presencia aves traspatio + control + (1|ID_casa) + (1|tipo_captura), familia= poisson) con un menor Delta AICc= 0.00 (Tabla 2).

Tabla 1. Modelo de regresión de efectos mixtos de los factores de la casa asociados a la cantidad de cucarachas presentes en las casas del caserío Santa Teresita, Retalhuleu, Guatemala.

Factor fijo	Estimado	Odd ratio	Std. error	Z value	P(< Z)
<u>Tipo de piso</u>					
Cemento	referencia				
Tierra	-0.21861	0.8036351	0.54519	-0.401	0.68843
Cemento y tierra	-0.3008	0.7402258	0.3676	-0.818	0.41319
<u>Tipo de pared</u>					
Block	referencia				
Lámina	0.81168	2.251688	0.5532	1.467	0.14231
Madera	-0.7258	0.483937	0.77642	-0.935	0.34989
Nylon	2.58915	13.31845	0.80977	3.197	0.00139*
Block y otro	0.08761	1.091562	0.41611	0.211	0.83325
Lámina y otro	0.42877	1.535368	0.62276	0.689	0.49114
Madera y otro	1.4092	4.09268	0.794284	1.774	0.07603
<u>Tipo de techo</u>					
Lámina	referencia				
Terraza	-3.02741	0.04844	1.08816	-2.782	0.00540*
<u>Animales domésticos</u>					
Presencia gatos	0.23306	1.262457	0.29375	0.793	0.42756
Presencia perro	0.52409	1.688921	0.28654	1.829	0.06739
Aves de traspatio	0.48379	1.622211	0.34386	1.407	0.15945
<u>Control de cucarachas</u>	-0.71788	0.487785	0.29121	-2.465	0.01370*

*= p< 0.05. Se usó como efecto aleatorio el ID casa y el tipo de captura.

Tabla 2. Contribución de cada factor según el Criterio de información de Akaike (AICc)

Modelo	AICC	K	Delta AICc
Global	233.3463	16	0.00
Tipo de piso	231.4522	5	14.97
Tipo de pared	236.7356	9	7.87
Tipo de techo	227.3555	4	19.89
Presencia de perros	231.4522	4	15.80
Presencia de gatos	225.3880	4	21.86
Presencia aves traspatio	233.5189	4	13.73
Control cucarachas	234.1579	4	13.09

Circulación y prevalencia de parásitos helmintos en cucarachas

En general se identificaron seis especies de helmintos, cinco especies nemátodos: *Hammerschmidtella* spp. en el 26% (66/257) de las cucarachas, seguido de *Leidynema appendiculatum* en el 3% (8/257), *Thelastoma* spp. en el 2.7% (7/257), *Protrellus* spp. en el 0.8% (2/257), y *Trichuris* spp. en el 0.4% (1/257); y una especie de acantocéfalo: *Moniliformis moniliformis* en el 0.8% (2/257) de los individuos. También, se observó en el 1.1% (3/257) *P. americana* huevos tipo tenia. Además, se identificó por especie de parásito el número de cucarachas parasitadas por sexo y por edad (Tabla 3).

Tabla 3. Parásitos helmintos identificados en *Periplaneta americana* del caserío Santa Teresita, Retalhuleu, Guatemala.

Variable	Nivel	n	<i>Hammerschmidtella</i>	<i>Leidynema</i>	<i>Thelastoma</i>	<i>Protrellus</i>	<i>Trichuris</i>	<i>Moniliformis</i>	Huevo
			spp.	<i>appendiculatum</i>	spp.	spp.	spp.	<i>moniliformis</i>	tipo Tenia
			n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)
sexo	Hembra	69	21 (30)	3 (4.3)	4 (5.7)	0	1 (1.4)	0	1 (1.4)
	Macho	33	7 (21)	0	0	1 (1.4)	0	0	0
	Ninfa	155	38 (25)	5 (3.2)	3 (1.9)	1 (0.6)	0	2 (1.3)	2 (1.3)
Edad	Adulto	102	28 (27)	3 (2.9)	4 (3.9)	1 (0.9)	1 (0.9)	0	1 (0.9)
	Juvenil	155	38 (25)	5 (3.2)	3 (1.9)	1 (0.6)	0	2 (1.3)	2 (1.3)
	total	257	66 (25.6)	8(3.1)	7 (2.7)	2 (0.8)	1 (0.4)	2 (0.8)	3 (1.2)

9.3 Factores para la presencia de helmintos en cucarachas

Del total de cucarachas capturadas el 32% (83/257) estaba parasitada con al menos una de las seis especies de helmintos identificados. Las cucarachas parasitadas fueron capturadas en 27 de las 38 casas donde hubo captura positiva. La prevalencia de cucarachas parasitadas por lugar de captura fue mayor en alcantarillas 75% (3/4), seguido de dormitorios 47% (8/17), cocinas 31% (67/216), patios 30% (3/10), salas 25% (1/4), y lavanderías 17% (1/6) (Tabla 4). No se encontró diferencia en la cantidad de cucarachas parasitadas por lugar de captura (Test Fisher: 0.31; P: > 0.05).

Tabla 4. *Periplaneta americana* capturadas y parasitadas por sitio de muestreo en las viviendas del caserío Santa Teresita, Retalhuleu, Guatemala.

Lugar	No. cucarachas	Cucarachas parasitadas n (%)
Cocina	216	67 (81)
Dormitorio	17	8 (10)
Lavanderia	6	1 (1.2)
Sala	4	1 (1.2)
Alcantarilla	4	3 (3.6)
Patio	10	3 (3.6)
Total	257	83

En general, del total de cucarachas capturadas, por sexo se identificó que el 38% (26/69) de las hembras estaban parasitadas, seguida de ninfas 32% (50/155), y machos el 21% (7/33), y no se encontró diferencia de cucarachas parasitadas por sexo (Chi^2 : 2.76; P : > 0.05). Por edad, se identificó que tanto adultos (33/102) como juveniles (50/155) estaban parasitados en un 32%, y tampoco se encontró diferencia en cucarachas parasitadas por edad (Chi^2 : 2.54e-30; P : > 0.05). Además, no se identificó asociación de cucarachas parasitadas en general y por especie de helminto por sexo y edad (P > 0.05).

Adicionalmente se hizo exploración de asociación de la presencia y cantidad especies de parásitos con la presencia de animales (perros, gatos, aves de traspatio) y lugar de captura, con las cuales no se encontró alguna asociación.

Discusión

Factores para la presencia de cucarachas

Los factores que fueron asociados a la cantidad de cucaracha en las casas fueron el tipo de pared tipo nylon y la presencia de perros (mayor probabilidad) y el techo tipo terraza y método de control (menor probabilidad) (asociación negativa, Tabla 1). Resultados similares se ha encontrado para la presencia de otros insectos en casas como la chinche *Triatoma* sp., donde los factores de la vivienda como tipo de pared (yeso), piso (tierra) y techo (teja) son factores de riesgo de infestación por estos insectos. Así mismo otros factores como la presencia de ratones, densidad de perros, y presencia de gallinas dentro de la casa (Bustamante et al., 2014; Dumonteil, et al., 2013). Otros estudios de factores para la presencia de especies consideradas plaga como los roedores del género *Mus* y *Rattus*, han identificado que la presencia de animales domésticos como perros y gatos son factores importantes para la presencia de los roedores en las casas (Mahlaba, et al., 2017).

Estudios en cucarachas, donde se analizan factores para su presencia han identificado que los factores como el tipo de tubería, fuente de calefacción, y aberturas en el techo en hospitales son factores relacionados como efectivos para la supervivencia de las cucarachas (Shahraki, Parhizkar, y Nejad, 2013); así también la altura en edificios como factor de importancia en la infestación, siendo los pisos más bajos los más infestados (Shahraki, et al., 2013).

El factor control de cucarachas, el cual resultó ser factor indicativo de menor probabilidad en la cantidad de cucarachas ($P: < 0.05$), es de gran información ya que las personas indicaron tener diferentes métodos (e.g., químicos, físicos) aplicados con diferentes intervalos. Sin embargo, hay que tomar en cuenta que la presencia de vectores como insectos puede estar asociada con diferentes factores, dependiendo de las condiciones ambientales, tanto ecológicos, biológicos como sociales (Monteiro et al., 2013).

Nuestros resultados indican que los métodos de mejoras de viviendas deberían tomar en cuenta el tipo de material de construcción local para evitar no solo la infestación de insectos como cucarachas, sino otros como chinches (donde estas se encuentren) y otras especies consideradas plaga como roedores.

Circulación y prevalencia de parásitos helmintos en cucarachas

Los parásitos nematodos identificados en este estudio *Hammerschmidtella* spp., *Leidynema appendiculatum*, *Thelastoma* spp, *Protellus* spp., *Trichruiis* spp. y el acantocéfalo *Moniliformis moniliformis* (Tabla 3), han sido identificados en *Periplaneta americana* en diferentes países como Norte y Sur América (e.g. USA, Perú), Europa (e.g. Alemania, Bulgaria) y Asia (e.g., China, India), donde además reportan que los parásitos mayormente observados son especies de nematodos (Blanco et al., 2012; Fernández et al., 2001; Iannacone et al., 1999; Nedelchev et al., 2013; Ozawa et al., 2016; Sharaf et al., 2018).

Los nematodos *Hammerschmidtella* spp., *Leidynema appendiculatum*, *Thelastoma* spp. y *Protellus* spp. pertenecen a la familia Thelastomatidae (orden Oxyurida), son parásitos o comensales de los artrópodos terrestres saprófitos (Blanco et al., 2012), tienen distribución cosmopolita, comúnmente asociados y encontrados en el intestino grueso de *Periplaneta americana*; y son no patogénicos (Blanco, et al., 2012; Ozawa, et al., 2014; Sinnott, Carreno, y Herrera, 2015).

Hammerschmidtella y *Leidynema* han sido comúnmente encontradas en coinfección tanto en la cucaracha americana como en otras especies de cucarachas (e.g., *Periplaneta australia* y *Blatta orientalis*) (Ozawa et al., 2014). Son helmintos nativos de cucarachas que habitan en Centro y Sur América (e.g., *Eurhopalothrix floridana*, *Bitis atropos*, *Hormetica*

scrobiculata y *Blaptica* sp.), lo que puede explicar su presencia en *P. americana*, la interacción de *Periplaneta* con otras especies de cucarachas, o la baja especificidad de hospedero por parte de estos dos parásitos (Ozawa et al., 2014). Así mismo, *Thelastoma* spp. ha sido identificado en coinfección con *Hammerschmidtella* (Ozawa et al., 2014), y reportado en otros artrópodos que viven en nichos ecológicamente similares (Jex et al., 2006). Estas coinfecciones de Telastomidos, han sido reportadas como comunes en las cucarachas en las cuales se ha identificado hasta 15 especies en coinfección (Ozawa et al., 2014).

Los nemátodos *Hammerschmidtella* y *Leidynema* no causan problemas en salud del pública, sin embargo, hay que tener en cuenta que las formas microscópicas (huevos) de estos parásitos son similares a los de *Enterobius vermicularis* (parásito de importancia en salud humana) lo cual podría interferir con el diagnóstico, principalmente cuando no se conocen los detalles morfométricos de dichos parásitos (Fernández et al., 2001; Nedelchev et al., 2013). Además, se debe tomar en cuenta que aunque el impacto de los nematodos, identificados en este estudio, sobre el hospedador original puede ser pequeño, podría ser fatal cuando las cargas parasitarias son elevadas, y también en hospedadores nuevos (Bell et al., 2007). Por ejemplo, el oxyuro humano *Enterobius vermicularis* solo causa picazón en el área anal de su huésped (el humano), pero puede ser fatal en chimpancés, *Pan troglodytes* (Murata et al. 2002). Siendo importante tomar en cuenta en diagnósticos parasitológicos de fauna silvestre en cautiverio o de vida libre, animales domésticos y la población humana ya que las cucarachas se pueden encontrar en todas partes, en casi todos los hábitats desde bosques tropicales y templados, estepas, desiertos, basureros, hasta viviendas (Bell et al., 2007).

El acantocéfalo *Moniliformis moniliformis* identificado en este estudio, al contrario de los Telastómidos, es un parásito de importancia en salud pública debido a su carácter zoonótico (CDC, 2017). Este parásito tiene un ciclo indirecto por lo que necesita de su hospedero intermediario, las cucarachas, para cumplir su ciclo (CDC, 2017; Holt, 1989; Southwell, 1922). La presencia de la fase larvaria del acantocéfalo en las cucarachas es un indicativo de la circulación del parásito en las roedores de especie *Rattus* (Holt, 1989), lo cual es un riesgo para la población humana y animal debido a que estos animales también se encuentran en contacto estrecho con estas poblaciones y están distribuidos a nivel mundial (CDC, 2017).

El acantocéfalo ha sido identificado en roedores en diferentes países (Mafiana, Osho y Sam-Wobo, 1997; Moradpour, et al., 2018; Waugh et al., 2006), y reportado en casos en la población humana, principalmente en niños debido al consumo accidental de cucarachas, causando la enfermedad de Acantocéfaliasis (Berenji, Fata, y Hosseininejad, 2007; Sahar, et

al., 2006) y diagnosticado en las *Periplaneta americana* en forma natural y experimental (Holt, 1989; Iannacone, et al., 1999; Kogi, Ameh y Mbah, 2016; Moore, 1983; Southwell, 1922). En Guatemala, el acantocéfalo ha sido identificado en un individuo de *Rattus norvegicus*, capturado en el área rural del país (Hernández et al., 2020); y en forma accidental en la necropsia de un perro (M. Rodríguez, Comm. Pers.).

Hasta la fecha, no había estudios de parásitos helmintos en *Periplaneta americana* en Guatemala, siendo este el primer reporte de parásitos en cucarachas (Tabla 3), y el segundo reporte de *M. moniliformis* para el país.

Factores para la presencia de helmintos en cucarachas

Respecto al lugar de captura de cucarachas, el mayor éxito fue en cocinas, dormitorios y patios (Tabla 4), encontrándose la mayor prevalencia de cucarachas parasitadas en las alcantarillas, dormitorios y cocinas. Otros estudios reportan que la mayor cantidad de cucarachas capturadas y parasitadas ha sido en baños o letrinas, cocinas y salas (Etim, et al., 2013), esto podría ser explicado por el ambiente poco higiénico en los baños así también en las alcantarillas, la presencia y restos de alimentos en las cocinas, y ambientes ideales como los patios. Este último lugar (patios) fue el más recomendado por las personas como potencial para la ubicación de trampas y la captura de cucarachas durante la realización de la encuesta.

En general no se encontró diferencia y/o relación entre la cantidad de cucarachas parasitadas por sexo y por edad (Tabla 4). Este mismo patrón ha sido reportado por Iannacone et al. (1999) en Perú donde no se encontró correlación entre la prevalencia de parásitos y el sexo del hospedero (cucarachas *P. americana*). Además, reportan que la mayor cantidad de cucarachas capturadas y parasitadas eran ninfas, lo cual también coincide con nuestros resultados (Tabla 4).

Adicionalmente, se identificaron seis géneros de protozoos: *Eimeria* spp., *Cyclospora* spp., *Cystoisospora* spp., *Entamoeba* spp., *Balantidium* spp. y *Nyctotherus* spp., los cuales han sido reportados como de importancia en salud animal y humana debido a que causan sintomatología gastrointestinal, y además identificados en *P. americana* (Etim, et al., 2013; Fernández, et al., 2001; Satbige, et al., 2017). Así mismo, se identificaron ácaros y huevos de mosca, esto es debido a que las cucarachas tienen proximidad de contacto con gran diversidad de micro y macrofauna, lo que incluye a los endo y ectoparásitos (Bell, et al., 2007). Por lo tanto, estas relaciones ecológicas no solo explican la presencia de los parásitos identificados, sino además la observación de ácaros y huevos de moscas identificados en las cucarachas procesadas.

Hay que reconocer que, si bien, las cucarachas son más conocidas como especies plagas y por sus impactos negativos, por otra parte, tienen un papel importante a nivel ecológico ya que brindan servicios de eliminación de desechos, por lo que es probable que contribuyan al procesamiento rápido del excremento en entornos naturales. Se encuentran habitualmente en nidos de pájaros y madrigueras de mamíferos y de insectos, brindando servicios de saneamiento de nidos para sus huéspedes al eliminar los escombros de las colonias y mantener suprimidas las poblaciones de hongos y protozoos. Además, son predadoras, presas y reguladoras de procesos microbianos (Bell, et al., 2007). Sin embargo, hay que considerar que cuando las infestaciones se agravan pueden causar daños.

En Guatemala, en los pocos estudios en cucarachas se ha identificado la presencia de agentes bacterianos, específicamente enterobacterias en cucarachas capturadas en un hospital (e.g., *Citrobacter freundii*, *Proteus mirabilis*) (Dubón, 1985), y la presencia del protozoo *Toxoplasma gondii* en cucarachas capturadas en mercados (Talgi, 2016). Hasta la fecha no había estudios sobre la presencia de estos insectos y sus helmintos, siendo este el primer reporte para el país.

Se recomienda incluir o explorar otros factores como ambientales (e.g., temperatura, precipitación), que pudieran influir en el ciclo de vida y favorecer la presencia y abundancia de cucarachas, así como comparar los resultados con otros sitios y/o comunidades, e implementar otras metodologías para la captura de estos insectos.

Referencias

- Adeleke, M. A., Akatah, H. A., Oladele, A. W., & Olalekan, W. (2012). Microbial load and multiple drug resistance of pathogenic bacteria isolated from feces and body surfaces of cockroaches in an urban area of southwestern Nigeria. *Microbiology, Biotechnology and food sciences*, 1(6), 1448-1461.
- Adenusi, A. A., Akinyemi, M. I., & Akinsanya, D. (2018). Domiciliary cockroaches as carriers of human intestinal parasites in Lagos Metropolis, Southwest Nigeria: implications for public health. *Journal of Arthropod-Borne Diseases*, 12(2), 141.
- Al-Mayali, H. M. H., & Al-Yaqoobi, M. S. M. (2010). Parasites of Cockroach *Periplaneta americana* (L.) in Al-Diwaniya province, Iraq. *Journal of Thi-Qar Science*, 2(3).
- Bell W.J., Roth L.M., Nalepa C.A. (Eds.) 2007. Cockroaches: ecology, behavior, and natural history. The Johns Hopkins University Press, Baltimore, Maryland, USA, 230 pp.
- Berenji, F., Fata, A., & Hosseinijad, Z. (2007). A case of *Moniliformis moniliformis* (Acanthocephala) infection in Iran. *Korean Journal of Parasitology*, 45(2), 145-148.
- Blanco, M., Lax, P., Dueñas, J., Gardenal, C., & Doucet, M. (2012). Morphological and molecular characterisation of the entomoparasitic nematode *Hammerschmidtella diesingi* (Nematoda, Oxyurida, Thelastomatidae). *Acta Parasitológica*, 57(3), 302-310.
- Bolker, B. M., Brooks, M. E., Clark, C. J., Geange, S. W., Poulsen, J. R., Stevens, M. H. H., & White, J. S. S. (2009). Generalized linear mixed models: a practical guide for ecology and evolution. *Trends in ecology & evolution*, 24(3), 127-135.
- Burnham, K. P., & Anderson, D. R. (2004). Multimodel inference: understanding AIC and BIC in model selection. *Sociological methods & research*, 33(2), 261-304.
- Bush, A. O., Lafferty, K. D., Lotz, J. M., & Shostak, A. W. (1997). Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis et al. revisited. *The Journal of parasitology*, 575-583.
- Bustamante, D. M., De Urioste-Stone, S. M., Juárez, J. G., & Pennington, P. M. (2014). Ecological, social and biological risk factors for continued *Trypanosoma cruzi* transmission by *Triatoma dimidiata* in Guatemala. *PLoS One*, 9(8), e104599.

- Cazorla Perfetti, D., Morales, P., & Navas, P. (2015). Aislamiento de parásitos intestinales en la cucaracha americana (*Periplaneta americana*) en Coro, estado Falcón, Venezuela. *Boletín de Malariología y Salud Ambiental*, 55(2), 184-193.
- CDC (Center for Disease Control and Prevention). (2017). *Acanthocephaliasis*. Disponible en: <https://www.cdc.gov/dpdx/acanthocephaliasis/index.html>
- Cochran, D. G. (1999). Cockroaches their biology, distribution and control. World Health Organization.
- Cook, D. M., Swanson, R. C., Eggett, D. L., & Booth, G. M. (2009). A retrospective analysis of prevalence of gastrointestinal parasites among school children in the Palajunoj Valley of Guatemala. *Journal of health, population, and nutrition*, 27(1), 31.
- Dubón, E. J. (1985). *Periplaneta americana* y *Blattella germanica* posibles transmisores de Salmonella y otros agentes patógenos (Tesis de licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Guatemala.
- Dumonteil, E., Nouvellet, P., Rosecrans, K., Ramirez-Sierra, M. J., Gamboa-Leon, R., Cruz-Chan, V., ... & Gourbière, S. (2013). Eco-bio-social determinants for house infestation by non-domiciliated *Triatoma dimidiata* in the Yucatan Peninsula, Mexico. *PLoS neglected tropical diseases*, 7(9), e2466.
- Etim, S. E., Okon, O. E., Akpan, P. A., Ukpong G. I. & Oku, E. E. (2013). Prevalence of cockroaches (*Periplaneta americana*) in households in Calabar: public health implications. *Journal of Public Health and Epidemiology*, 5(3), 149-152.
- Falsone, L., Colella, V., Napoli, E., Brianti, E., & Otranto, D. (2017). The cockroach *Periplaneta americana* as a potential paratenic host of the lungworm *Aelurostrongylus abstrusus*. *Experimental parasitology*, 182, 54-57.
- Fernández, M., Martínez, D. M., Tantaleán, M., & Martínez, R. (2001). Parásitos presentes en *Periplaneta americana* Linnaeus “cucaracha doméstica” de la ciudad de Ica. *Revista Peruana de Biología*, 8(2), 105-113.

- Hamu, H., Debalke, S., Zemene, E., Birlie, B., Mekonnen, Z., & Yewhalaw, D. (2014). Isolation of intestinal parasites of public health importance from cockroaches (*Blattella germanica*) in Jimma Town, Southwestern Ethiopia. *Journal of Parasitology Research*.
- Hernández, W. C., Morán, D., Villatoro, F., Rodríguez, M., & Álvarez, D. (2020). Zoonotic Gastrointestinal Helminths in Rodent Communities in Southern Guatemala. *Journal of Parasitology*, *106*(3), 341-345.
- Holt, R. H. (1989). Susceptibility of different insect species to infection by *Hymenolepis diminuta* and *Moniliformis moniliformis* (Disertación doctoral, Universidad de Glasgow).
- Iannacone, J., Velásquez, K., & Arrascue, A. (1999). Fauna parasitaria de *Periplaneta americana* Linnaeus en un Distrito de Lima. *Revista Peruana de Biología*, *6*(1), 054-060.
- INSIVUMEH (Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología). (2018). Normales Climáticas: Datos Meteorológicos de los Departamentos de Guatemala. Disponible en: <http://www.insivumeh.gob.gt/normas-climaticas/>
- Jarquín, C., Arnold, B. F., Muñoz, F., Lopez, B., Cuéllar, V. M., Thornton, A., ... & Colford Jr, J. M. (2016). Population density, poor sanitation, and enteric infections in Nueva Santa Rosa, Guatemala. *The American journal of tropical medicine and hygiene*, *94*(4), 912.
- Jex A.R., Schneider T.H., Cribb T.H. (2006). The importance of host ecology in thelastomatid (Nematoda: Oxyurida) host specificity. *Parasitology International*, *55*, 169–174.
- Kogi, E., Yaro, C. A., & Mbah, C. E. (2016). Occurrence of Acanthocephalan, *Moniliformis dubius* in Cockroach, *Periplaneta americana* and *Blattella germanica* in Zaria, Nigeria. *World Journal of Biology and Medical Sciences*, *3*(1), 157-164.
- Mafiana, C. F., Osho, M. B., & Sam-Wobo, S. (1997). Gastrointestinal helminths parasites of the black rat (*Rattus rattus*) in Abeokuta, southwest Nigeria. *Journal of Helminthology*, *71*, 217-220.

- Mahlaba, T. A. A., Monadjem, A., McCleery, R., & Belmain, S. R. (2017). Domestic cats and dogs create a landscape of fear for pest rodents around rural homesteads. *PloS one*, 12(2), e0171593.
- Mehlhorn, H., Duwel, D., & Raether., W. (1994). Manual de parasitología veterinaria. Bogotá Presencia, Barcelona, España.
- Menéndez, E. M. 2003. Prevalencia de parásitos intestinales en niños de edad escolar de la Escuela Alberto Mejía de la zona tres de la ciudad capital y comparación del análisis coproscópico simple con el análisis coproscópico seriado para su determinación (Tesis de Licenciatura, Universidad de San Carlos, Ciudad de Guatemala).
- Monteiro FA, Peretolchina T, Lazoski C, Harris K, Dotson EM, et al. (2013). Phylogeographic pattern and extensive mitochondrial DNA divergence disclose a species complex within the Chagas disease vector *Triatoma dimidiata*. *PLoS One*, 8: e70974.
- Moore, J. (1983). Altered Behavior in Cockroaches (*Periplaneta americana*) Infected with *Acanthocephalan*, *Moniliformis moniliformis*. *The Journal of Parasitology*, 69 (6): 1174-1176.
- Moradpour, N., Borji, H., Darvish, J., Moshaverinia, A., & Mahmoudi, A. (2018). Rodents Helminths Parasites in Different Regions of Iran. *Iran Journal of Parasitology*, 13(2), 275-284.
- Murata, K., Hasegawa, H., Nakano, T., Noda, A., & Yanai, T. (2002). Fatal infection with human pinworm, *Enterobius vermicularis*, in a captive chimpanzee. *Journal of Medical Primatology*, 31(2), 104-108.
- Nedelchev, S., Pilarska, D., Takov, D., & Golemansky, V. (2013). Protozoan and nematode parasites of the American cockroach *Periplaneta americana* (L.) from Bulgaria. *Acta Zoologica Bulgarica*, 65(3), 403-408.
- Ozawa, S., Vicente, C., Sato, K., Yoshiga, T., Kanzaki, N., & Hasegawa, K. (2014). First report of the nematode *Leidynema appendiculata* from *Periplaneta fuliginosa*. *Acta Parasitológica*, 59(2), 219-228.

- Ozawa, S., Morffe, J., Vicente, C. S., Ikeda, K., Shinya, R., & Hasegawa, K. (2016). Morphological, molecular and developmental characterization of the thelastomatid nematode *Thelastoma bulhoesi* (de Magalhães, 1900)(Oxyuridomorpha: Thelastomatidae) parasite of *Periplaneta americana* (Linnaeus, 1758) (Blattodea: Blattidae) in Japan. *Acta Parasitologica*, 61(2), 241-254.
- Ramírez, J. (1989). La cucaracha como vector de agentes patógenos. *Boletín de la Oficina Sanitaria Panamericana (OSP)*; 107 (1), 41-53.
- R CORE TEAM. 2021. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for statistical computing, Vienna, Austria. Disponible en: <http://www.R-project.org/>.
- Roth, L. M., & Willis, E. R. (1957). *The Medical and Veterinary Importance of Cockroaches*. Washington: Smithsonian Institution.
- Sahar, M. M., Madani, T. A., Al Mohsen, I. Z., & Almodovar, E. L. (2006). A child with an acanthocephalan infection. *Annals of Saudi medicine*, 26(4), 321-324.
- Salehabadi, A., Mowlavi, G., & Sadjjadi, S. M. (2008). Human infection with *Moniliformis moniliformis* (Bremser 1811) (Travassos 1915) in Iran: Another case report after three decades. *Vector-Borne and Zoonotic Diseases*, 8(1), 101-104.
- Salehzadeh, A., Tavacol, P., & Mahjub, H. (2007). Bacterial, fungal and parasitic contamination of cockroaches in public hospitals of Hamadan, Iran. *Journal of vector borne diseases*, 44(2), 105.
- Sharaf, H. M., Al Hoot, A. A. A., Ahmed, F. A., & Mohamad, A. A. (2018). Description of some nematode parasites infecting american cockroach, *Periplaneta americana* in sharkia governorate, Egypt. *Journal of the Egyptian Society of Parasitology*, 48(3), 577-582.
- Satbige, A. S., Kasaralika, V. R., Halmandge, S. C., & Rajendran, C. (2017). Nyctotherus sp. infection in pet turtles: a case report. *Journal of Parasitic Diseases*, 41(2), 590-592.
- SEGEPLAN (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia). (2011). Plan de Desarrollo Retalhuleu, Retalhuleu. Disponible en: <https://www.segeplan.gob.gt/nportal/>

- Shahraki, G. H., Parhizkar, S., & Nejad, A. R. S. (2013). Cockroach infestation and factors affecting the estimation of cockroach population in urban communities. *International Journal of Zoology*, 2013.
- Sinnott, D., Carreno, R. A., & Herrera, H. (2015). Distribution of thelastomatoid nematodes (Nematoda: Oxyurida) is endemic and introduced cockroaches on the Galápagos Island archipelago, Ecuador. *The Journal of parasitology*, 101(4), 445-457.
- Southwell, T. (1922). Notes on the Larvae of *Moniliformis moniliformis* (Brems.) found in African Cockroaches. *The Journal of Parasitology*, 9(2), 99-101.
- Talgi, Y. A. (2016). Determinación de la presencia de Ooquistes de *Toxoplasma gondii* en cucarachas *Periplaneta americana* que habitan en el mercado Colón de la ciudad de Guatemala (Tesis de licenciatura, Universidad de San Carlos de Guatemala).
- Waugh, C. A., Lindo, J. F., Foronda, P., Ángeles-Santana, M., Lorenzo-Morales, J., & Robinson, R. D. (2006). Population distribution and zoonotic potential of gastrointestinal helminths of wild rats *Rattus rattus* and *R. norvegicus* from Jamaica. *Journal of Parasitology*, 92(5), 1014-1018.