

Universidad de Panamá
Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología
Escuela de Biología
Departamento de Microbiología y Parasitología

**DIVERSIDAD DE ÁCAROS (ARACHNIDA: ACARI) EN ALIMENTOS Y
CONDIMENTOS EN VIVIENDAS DE PANAMÁ Y PANAMÁ OESTE**

Presentado por:
Yamelys Hilton-Sánchez
Jeremy Madrid-Pitti

Trabajo de graduación para optar por el
título de Licenciado en Biología con
Orientación en Microbiología y Parasitología.

República de Panamá

Marzo 2025



TRIBUNAL EXAMINADOR

Título:

Diversidad de ácaros (Arachnida: Acari) en alimentos y condimentos en viviendas de Panamá y Panamá Oeste

Por:

Hilton-Sánchez Yamelys _____

Madrid-Pitti Jeremmy _____

Trabajo de Graduación presentado a consideración de la Escuela de Biología como requisito parcial para optar por el título de Licenciatura en Biología con Orientación en Microbiología y Parasitología.

Dra. Nidia Sandoval

Asesora principal

M.Sc. Nivia Ríos

Co-asesor

Prof. Roberto Cambra

Co-asesor

I. DEDICATORIAS

En el cierre de este capítulo tan significativo de mi vida, quiero expresar mi más profundo agradecimiento a quienes han sido mis pilares en este camino. Esta tesis no solo representa un esfuerzo personal, sino también la unión de sacrificios y sueños compartidos.

A Dios, por ser la luz que guía mis pasos y la fuerza que me impulsa a seguir adelante. Su presencia en mi vida me ha brindado esperanza en cada etapa de este viaje.

A mis padres, Omayra Sánchez y Máximo Hilton, por su amor infinito y su constante apoyo. Gracias por creer en mí y por brindarme las herramientas necesarias para alcanzar mis metas. Su esfuerzo y dedicación han sido el cimiento de mis sueños.

A mis abuelas, Modesta Jiménez y Ana Sánchez, por ser siempre una fuente de motivación y amor incondicional.

A mis amigos, quienes me han acompañado a lo largo de estos años de carrera, por su apoyo constante y su ánimo en cada etapa del camino. Gracias por su apoyo, por compartir risas y por recordarme que nunca estoy sola en este viaje. Su amistad ha sido un regalo invaluable que atesoraré siempre.

Y a mis queridas primas, por estar siempre a mi lado celebrando mis logros y brindándome su apoyo en cada desafío. Su cercanía ha hecho que este camino sea más llevadero y lleno de alegría.

A todos ustedes, con todo mi amor y gratitud, dedico esta tesis. Cada página refleja no solo mi esfuerzo, sino también el de cada uno de los que han caminado a mi lado. Gracias por ser parte de mi historia.

Yamelys Hilton

Al iniciar este proyecto, me embarqué en un camino lleno de desafíos y aprendizajes. Este trabajo no habría sido posible sin el apoyo, la paciencia, y el amor de aquellos que siempre han estado a mi lado. A ellos les dedico este esfuerzo, pues su presencia en mi vida ha sido fundamental para llegar hasta aquí.

Primeramente, a Dios por ser mi luz en los momentos de oscuridad y darme la fortaleza para seguir adelante. Tu guía ha sido mi mayor consuelo y esperanza.

A mi madre Yestania Pitti, cuyo amor incondicional y sacrificio diario son el pilar sobre el que he construido mis sueños y realizado mis metas. Eres el corazón de mi vida, y todo lo que soy te lo debo a ti.

A mi abuela Faustina Aguilar, por ser mi apoyo diario y la fuente de sabiduría y paciencia que siempre necesitaba.

A mis hermanas Victoria Madrid y Ana Madrid, mis aliadas. Por su apoyo y por estar siempre para mí, inspirándome en cada paso de este camino.

A mis amigos más cercanos, quienes estuvieron a mi lado en los momentos más desafiantes, ofreciendo su apoyo moral cuando más lo necesitaba. Su compañía y palabras me recordaron que nunca estaba solo en este viaje.

Este trabajo es un reflejo del amor, la fe y la confianza que me han brindado. Al finalizar esta etapa, me llevo con orgullo no solo el conocimiento adquirido, sino también el cariño y apoyo de los que siempre creyeron en mí.

Con profundo agradecimiento, dedico este logro a ustedes.

Jeremy Madrid

II. AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradecemos a Dios por darnos la fortaleza, sabiduría y perseverancia necesarias para completar esta etapa tan importante de nuestras vidas, sin su guía y bendición, nada de esto hubiera sido posible.

Deseamos expresar nuestro más profundo agradecimiento a la Msc. Ingrid Murgas, al Dr. Roberto Miranda, al Msc. Juan Lezcano y a la Licenciada Lyska Castillo, del proyecto “Diversidad de ácaros domésticos (Arachnida: Acari) en despensas de casas en Panamá y Panamá Oeste”, SINIP 9044.74, desarrollado en el Instituto Conmemorativo Gorgas de Estudios de la Salud con fondos del Ministerio de Economía y Finanzas de la República de Panamá. Quienes fueron nuestra principal guía a lo largo de todo este proyecto, su dedicación, paciencia y conocimiento fueron fundamentales para la realización de este trabajo. Gracias por creer en nosotros y por guiarnos con tanta entrega y profesionalismo. Agradecemos sinceramente su disposición y compromiso para ayudarnos a superar los desafíos que se presentaron en el camino.

Agradecemos a nuestros asesores universitarios, la Doctora Nidia Sandoval, la Msc. Nivia Ríos y al Mgter. Roberto Cambra, por su invaluable orientación y apoyo durante todo el proceso. Su experiencia y sabiduría fueron clave para el desarrollo y finalización de este proyecto.

Al personal de las Regiones de Salud del Ministerio de Salud de Panamá participantes: Metropolitana, San Miguelito, Panamá Norte, Panamá Este y Panamá Oeste y a las Diversas Juntas Comunales por acompañarnos en la ubicación de las viviendas en comunidades receptoras.

También le agradecemos a todos los participantes de esta investigación por permitirnos muestrear sus viviendas.

III. ÍNDICE GENERAL

I.	DEDICATORIAS	iii
II.	AGRADECIMIENTOS	vi
III.	ÍNDICE GENERAL	viii
IV.	ÍNDICE DE CUADROS	xi
V.	ÍNDICE DE FIGURAS	xiii
VI.	RESUMEN	xvi
	Resumen	xvii
	Summary	xviii
VII.	CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS	1
	Introducción	2
	Objetivos	3
	Objetivo general	3
	Objetivos específicos	3
VIII.	CAPÍTULO 2. ANTECEDENTES	4
	Sistemática de Acari:	5
	Morfología general de los ácaros	6
	Anatomía interna	9
	Ciclo de vida	11
	Hábitat de los ácaros	14
	Hábitos alimenticios	14
	Importancia de los ácaros en la salud humana	15
IX.	CAPÍTULO 3. MARCO METODOLÓGICO	19
	Diseño metodológico	20

Metodología de campo -----	22
Procesamiento de las muestras-----	22
Montaje de placas e identificación -----	22
Análisis de datos -----	23
X. CAPÍTULO 4. RESULTADOS -----	25
Alimentos y condimentos contaminados por ácaros -----	26
Riqueza de especies -----	26
Densidad -----	27
Similitud comunitaria (Beta diversidad)-----	28
Parámetros ambientales -----	28
XI. CAPÍTULO 5. DISCUSIÓN -----	29
Prevalencia, abundancia relativa y densidad de ácaros: análisis de los productos más contaminados.-----	31
XII. CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES -----	37
XIII. CAPÍTULO 7. RECOMENDACIONES -----	39
XIV. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS-----	41
XV. ANEXOS-----	56

IV. ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Estadios de vida de los diferentes órdenes de ácaros.....	57
Cuadro 2. Hábitats y hábitos alimenticios de los ácaros	58
Cuadro 3. Definición de términos frecuentemente utilizados en alergias	59
Cuadro 4. Viviendas muestreadas por corregimiento	60
Cuadro 5. Prevalencia de alimentos contaminados con ácaros.	61
Cuadro 6. Prevalencia de condimentos contaminados con ácaros.	62
Cuadro 7. Densidad de ácaros/gramos en muestras de alimentos	63
Cuadro 8. Densidad de ácaros/gramos en muestras de condimento.....	65
Cuadro 9. Riqueza, abundancia relativa y prevalencia de ácaros identificados en alimentos.	66
Cuadro 10. Riqueza, abundancia relativa y prevalencia de ácaros identificados en condimentos.....	67
Cuadro 11. Índices de diversidad en alimentos	68
Cuadro 12. Índices de diversidad en condimentos	70
Cuadro 13. Promedio de temperatura y humedad relativa de las despensas	71
Cuadro 14. Distritos y corregimientos de las provincias de Panamá y Panamá Oeste.....	87
Cuadro 15. Especies encontradas en alimentos según literatura citada.....	89
Cuadro 16. Temperatura y humedad relativa de todas las despensas.....	91

V. ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquema morfológico dorsal de un ácaro	8
Figura 2. Esquema morfológico ventral de un ácaro	8
Figura 3. Mapa señalando la provincia de Panamá	72
Figura 4. Mapa señalando la provincia de Panamá Oeste	73
Figura 5. Pesado de muestras.	74
Figura 6. Preservación de la muestra pesada	75
Figura 7. Conteo de ácaros	76
Figura 8. Montaje placas	77
Figura 9. Identificación de ácaros.....	78
Figura 10. Macho de <i>S. pontifica</i>	79
Figura 11. Hembra de <i>S. pontifica</i>	79
Figura 12. Tritoninfa de <i>S. pontifica</i>	80
Figura 13. Familia <i>Tarsonemidae</i>	80
Figura 14. <i>Brachytydeus</i>	81
Figura 15. <i>Cosmoglyphus</i> con huevos	81
Figura 16. Hembra de <i>Amblyseius largoensis</i> (Phytoseiidae)	82
Figura 17. <i>Blattisocius dendriticus</i> (Blattisociidae)	82
Figura 18. <i>Glycycometus malaysiensis</i> (Aeroglyphidae)	83
Figura 19. <i>Tyrophagus putrescentiae</i> (Acaridae).....	83
Figura 20. <i>T. putrescentiae</i> (izquierda) y <i>G. malaysiensis</i> (derecha)	84
Figura 21. <i>Cheyletus malaccensis</i> (Cheyletidae).....	84
Figura 22. Dendrograma de coeficiente de similitud de Bray-Curtis para muestras de alimentos contaminadas con ácaros.....	85

Figura 23. Dendrograma de coeficiente de similitud de Bray-Curtis para muestras de condimentos contaminadas con ácaros..... 86

VI. RESUMEN

RESUMEN

Los ácaros domésticos son pequeños artrópodos que miden entre 150 y 500 micras, comunes en ambientes cálidos y húmedos, lo que favorece su desarrollo. Aunque son mayormente invisibles a simple vista, su presencia puede afectar la salud humana, provocando reacciones alérgicas como asma y dermatitis, además de contaminar alimentos, lo que puede llevar a reacciones severas como la anafilaxia oral. Algunas especies son capaces de infestar alimentos secos y representan un riesgo tanto para la calidad nutricional de estos alimentos y para la salud de quienes los consumen.

El presente estudio tuvo como objetivo determinar la diversidad de ácaros que contaminan alimentos y condimentos en despensas de viviendas de las provincias de Panamá y Panamá Oeste. Para ello se revisaron muestras de alimentos y condimentos colectadas en despensas de 330 viviendas de las provincias de Panamá y Panamá Oeste durante el periodo 2022-2023. Para la identificación taxonómica, los ácaros fueron montados en placas de microscopía utilizando medio Hoyer y clasificados mediante claves taxonómicas.

Como resultado, se analizaron 566 muestras (294 de alimentos y 272 de condimentos) contabilizando un total de 8521 ácaros (5302 en alimentos y 3219 en condimentos). Se obtuvo una prevalencia de 22.77% de alimentos contaminados con ácaros y una prevalencia de 10.29% de condimentos contaminados con ácaros; identificándose 5 especies de ácaros presentes en alimentos y 8 en condimentos, destacando *Suidasia pontifica* como la especie más abundante, representando el 98.72% de los ácaros colectados en alimentos y el 99.19% en condimentos. La diversidad de especies por muestras fue baja, con índices de dominancia y diversidad que reflejan una predominancia casi absoluta de una sola especie (*S. pontifica*). El estudio reveló que los alimentos más contaminados por ácaros fueron la avena, la harina de trigo y el maíz. La densidad de ácaros en estos alimentos alcanzó valores muy altos, siendo la avena con 7014 ácaros por gramo y la harina de trigo con 1606 ácaros por gramo, los alimentos más contaminados. En condimentos, la paprika tuvo una prevalencia de ácaros en el 44.4% de las muestras revisadas y fue el condimento con mayor abundancia de ácaros, alcanzando más de 10500 ácaros por gramo de muestra. Estas altas concentraciones de ácaros en alimentos y condimentos pueden ocasionar casos de OMA (“*Oral mite anaphylaxis*”) u otras alergias en los consumidores.

SUMMARY

House dust mites are small arthropods measuring between 150 and 500 microns, common in warm and humid environments, which favor their development. Although they are mostly invisible to the naked eye, their presence can affect human health, causing allergic reactions such as asthma and dermatitis. They can also contaminate foods, leading to severe reactions such as oral anaphylaxis. Some species are capable of infesting dried foods and represent a risk both for the nutritional quality of these foods and the health of those who consume them.

The objective of this study was to determine the diversity of mites that contaminate food and condiments in food pantries of homes in the provinces of Panama and West Panama. For this purpose, samples of food and condiments collected in pantries of 330 homes in Panama and West Panama during 2022-2023 were reviewed. For taxonomic identification, the mites were mounted on microscopy plates using Hoyer medium and classified using taxonomic keys.

As a result, 566 samples were analyzed (294 of food and 272 of condiments with a total of 5277 mites counted for food and 3218 for condiments). A prevalence of 22.77% of food contaminated with mites and a prevalence of 10.29% of condiments contaminated with mites was obtained; 5 species of mites present in food and 8 species in condiments were identified, with *Suidasia pontifica* standing out as the most abundant species, representing 98.72% of the mites collected in food and 99.19% in condiments. Species diversity per sample was low, with dominance and diversity indices reflecting an almost absolute predominance of a single species (*S. pontifica*). The study revealed that the foods most contaminated by mites were oats, wheat flour and corn. The density of mites in these foods reached very high values, with oats with 7014 mites per gram and wheat flour with 1606 mites per gram being the most contaminated foods. In condiments, paprika had a prevalence of mites in 44.4% of the samples reviewed and was the condiment with the highest abundance of mites, reaching more than 10500 mites per gram of sample. These high concentrations of mites in food and condiments can cause cases of OMA (“Oral mite anaphylaxis”) or other consumers allergies.

VII. CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

INTRODUCCIÓN

Los ácaros domésticos son artrópodos diminutos que miden entre 150 y 500 micras (Puerta et al., 2008) y se encuentran en una gran variedad de ambientes interiores, desde viviendas familiares hasta espacios de trabajo y lugares cerrados (Thind & Clarke, 2001; Fernández-Duró et al., 2014; Lezcano et al., 2022). Su presencia es especialmente común en microambientes cálidos y húmedos, con temperaturas entre 25 y 35 °C (Tee, 1994) y una humedad relativa por encima del 65%, son condiciones óptimas para su desarrollo y reproducción (Colloff, 1987).

Aunque en su mayoría son invisibles a simple vista, el impacto de los ácaros domésticos en la salud humana y en la calidad de vida de las personas es significativo (Puerta et al., 2008). La comprensión de la ecología, la diversidad y los riesgos asociados con la presencia de los ácaros domésticos es crucial para abordar adecuadamente los desafíos que plantean en términos de salud pública y seguridad alimentaria (Sánchez-Borges et al., 2017).

Los ácaros domésticos constituyen una fuente importante de alérgenos que pueden desencadenar reacciones alérgicas en personas sensibles, incluyendo rinitis, conjuntivitis, rinoconjuntivitis, asma y dermatitis atópica (Moreno et al., 1995; Colloff, 2009; Fernández-Caldas et al., 2014, Sánchez-Borges et al., 2017). Además, la ingesta de alimentos contaminados con ácaros puede provocar reacciones alérgicas graves y potencialmente mortales, como la anafilaxia oral por ingesta de ácaros (“*Oral mite anaphylaxis*” = OMA) (Sánchez-Borges et al., 2009).

Una de las principales preocupaciones asociadas con los ácaros domésticos es su capacidad para contaminar los alimentos almacenados, esto es especialmente relevante para aquellas especies de ácaros descritas como ácaros de almacenamiento, que tienen una mayor propensión a infestar productos alimenticios (Suesirisawad et al., 2015). Los alimentos secos como cereales y granos son particularmente susceptibles a la infestación por ácaros durante el período de postcosecha (Viñuela et al., 1993; De Los Mozos, 1997). La presencia de ácaros en los alimentos puede afectar su calidad, sabor y valor nutricional, además de representar un riesgo para la salud de las personas que los consumen (Vogel et al., 2015).

En Panamá se han realizado estudios para determinar la diversidad de ácaros domésticos en pisos de recámaras y en colchones (Miranda et al., 2002; Murgas & Dutary, 2014; Estribí et al., 2018; Lezcano et al., 2020), encontrando una gran diversidad de ácaros, principalmente de la cohorte Astigmatina (Orden Sarcoptiformes). Sin embargo, son escasos los estudios que aborden la presencia de ácaros en alimentos almacenados en despensas dentro de los hogares (Bernal & Tuñón, 2016)

Con el fin de realizar nuestra investigación, se plantearon los siguientes objetivos:

OBJETIVOS

Objetivo general

Determinar la diversidad de ácaros que contaminan alimentos y condimentos en despensas de viviendas de las provincias de Panamá y Panamá Oeste.

Objetivos específicos

1. Determinar los alimentos y condimentos más frecuentemente contaminados con ácaros.
2. Cuantificar el número de ácaros encontrados en cada muestra de alimento y condimento.
3. Identificar las especies de ácaros más abundantes en alimentos y condimentos.

VIII. CAPÍTULO 2. ANTECEDENTES

Sistemática de Acari:

Los ácaros pertenecen a la subclase Acari Leach, 1817, y constituyen el grupo más abundante y variado dentro de la clase Arachnida Lamarck, 1801, phylum Arthropoda Gravenhorst, 1843 (Iraola, 1998; Krantz & Walter, 2009). Se han descrito alrededor de 55 mil especies en todo el mundo (Zhang, 2013), aunque algunos autores sugieren que el número de especies podría llegar a diez millones o más (Larsen et al, 2017; Zhang, 2021).

A continuación, se presenta la clasificación de las categorías superiores de la subclase Acari (Lindquist et al., 2009), la cual se sigue en nuestro trabajo. En paréntesis aparecen nombres alternativos.

Superorden Parasitiformes (=Anactinotrichida)

- Orden Opilioacarida (=Notostigmata)
- Orden Holothyrida (=Tetrastigmata)
- Orden Ixodida (=Metastigmata)
- Orden Mesostigmata (=Gamasida)
 - Suborden Sejida
 - Suborden Trigynaspida
 - Suborden Monogynaspida
- Superorden Acariformes (=Actinotrichida)
 - Orden Trombidiformes
 - Suborden Prostigmata
 - Suborden Sphaerolichida
 - Orden Sarcoptiformes
 - Suborden Endeostigmata
 - Suborden Oribatida (incluye cohorte Astigmatina)

Dentro del suborden Oribatida, se incluye a la cohorte Astigmatina, el principal grupo de ácaros domésticos (Linguist et al., 2009).

Morfología general de los ácaros

El cuerpo de los ácaros presenta dos tagmas, el gnatosoma y el idiosoma (Krantz & Walter, 2009). El gnatosoma es la región que lleva los órganos primarios de adquisición de alimentos; y el idiosoma es la región donde ocurren prácticamente todas las demás funciones vitales, incluidas la reproducción, la respiración, la digestión, la secreción y la locomoción (Iraola, 1998).

Gnatosoma:

Es la región anterior del cuerpo de los ácaros y está formada por los palpos, los cuales son órganos sensoriales usados para detectar estímulos táctiles y químicos; y por los quelíceros que son ocupados para obtener y sujetar el alimento (Krantz & Walter, 2009).

Los quelíceros realizan funciones similares a las mandíbulas de los insectos, aunque no son análogos en términos estructurales ni de desarrollo (Colloff, 2009). Estos apéndices normalmente están terminados en pinzas y están conformados por un cuerpo principal o base, el dígito ventral móvil y el dígito dorsal inmóvil (Iraola, 1998), sin embargo, los quelíceros presentan una amplia gama de variación morfológica acorde al estilo de vida, reproducción y hábitos alimentarios de los ácaros, es decir que pueden estar adaptados para masticar, rasgar, perforar o chupar (De Lillo et al., 2001; Krantz & Walter, 2009).

En especies predadoras o fungívoras, estos apéndices presentan dientes largos que facilitan la captura y consumo de presas, mientras que en ácaros fitófagos o parasíticos han experimentado modificaciones especializadas para perforar tejidos vegetales o animales; algunos ácaros pueden retraer sus quelíceros mediante músculos retractores y extenderlos gracias a la presión hidrostática; además, en el ámbito reproductivo, los quelíceros de algunos machos están adaptados para la transferencia de esperma durante el apareamiento (Iraola, 1998; Krantz & Walter, 2009).

Por su parte, los palpos son apéndices similares a patas que se originan del segundo segmento somático (Krantz & Walter, 2009). La principal función de los palpos es sensorial,

y en ellos se organizan abundantes pelos sensoriales o setas; sin embargo, en algunos ácaros estos apéndices están modificados para sujetar el alimento (Iraola, 1998; Dhooria, 2016).

El cuerpo de los ácaros está provisto de múltiples receptores sensoriales, en su mayoría representados por estructuras en forma de pelos llamadas setas y tricobotrios: Estas estructuras responden a estímulos táctiles actuando principalmente como mecanorreceptores, aunque algunas también desempeñan roles como quimiorreceptores, termorreceptores, higrorreceptores e incluso fotorreceptores (Evans, 1992; Krantz & Walter, 2009; Dhooria, 2016).

Idiosoma

El idiosoma está constituido por la zona posterior que contiene las patas, el **podosoma**; y la zona posterior a las patas, el **opistosoma**. La región que conforma los primeros dos pares de patas es denominada **propodosoma**; y el área donde inician el tercer par de patas hasta completar el cuerpo, es el **histerosoma** (Krantz & Walter, 2009) (Figura 1).

En la parte dorsal del idiosoma se presentan escudos que se nombran según su ubicación: el escudo podonotal cubre la región anterior, el mesonotal la región media, y el pigidial la región posterior. La fusión de estos escudos forma el escudo holonotal. En la parte ventral, el escudo esternal se encuentra entre las coxas de las patas, el escudo epiginal cubre el orificio genital y el escudo anal rodea el ano (Figura 2). Las características de estos escudos, como su forma y ornamentación, son importantes para la identificación taxonómica de los ácaros (Krantz & Walter, 2009).

Las patas de los ácaros normalmente están compuestas por siete segmentos: coxa, trocánter, fémur, genu, tibia, tarso y pretarso (terminan en uñas o setas) (Figura 2); en el caso de las larvas solo tienen tres pares de patas, diferente a los estadios de ninfas y adultos donde se presentan los cuatro pares de patas (Mullen & Durden, 2009).

Figura 1. Esquema morfológico dorsal de un ácaro (Tomado de Krantz & Walter, 2009)

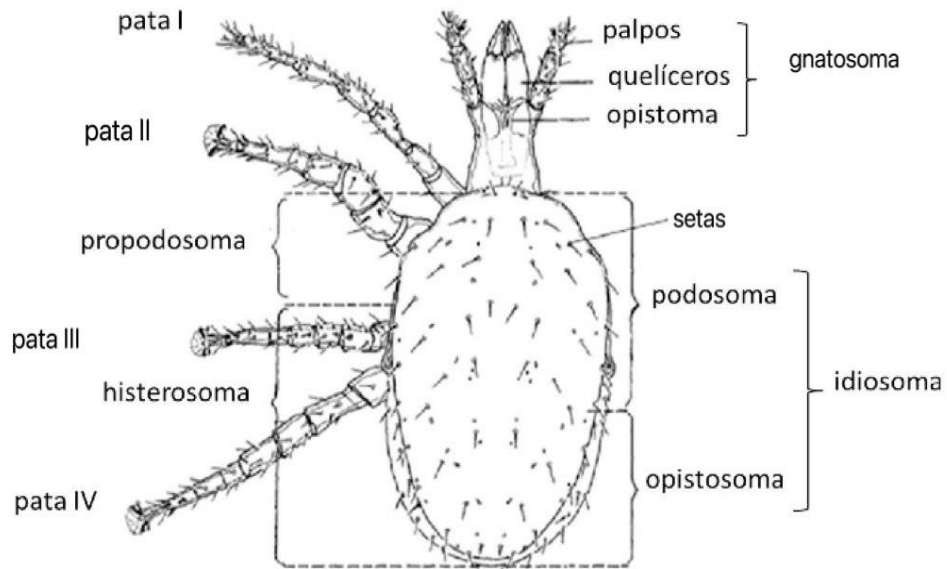
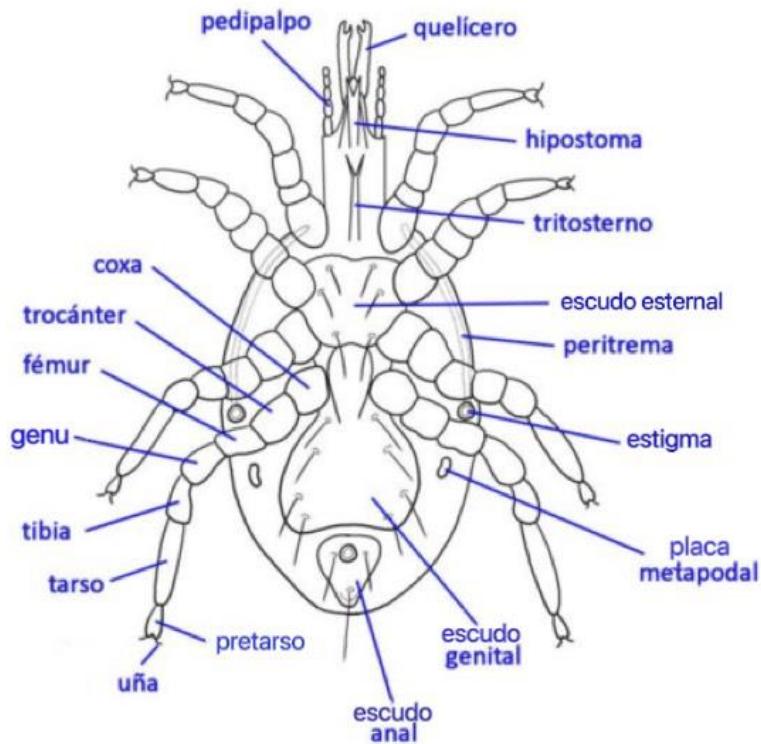


Figura 2. Esquema morfológico ventral de un ácaro (Tomado de Moreno et al., 2012)



Anatomía interna

Sistema Respiratorio

El intercambio de dióxido de carbono y oxígeno en los ácaros ocurre de diversas formas, lo que descarta la idea de una evolución lineal en sus sistemas respiratorios; en algunos grupos el intercambio gaseoso se da a través de la cutícula, mientras que en otros grupos generalmente se lleva a cabo mediante un sistema traqueal ramificado que abre externamente a través de puertos espiraculares o estigmas (Krantz & Walter, 2009).

Las tráqueas de los ácaros están cubiertas por una fina capa de cutícula, la cual es permeable al oxígeno y al dióxido de carbono (Colloff, 2009). La cantidad y ubicación de los estigmas del sistema respiratorio en ácaros son únicas para cada grupo y son importantes para su clasificación. La mayoría de los ácaros utilizan estigmas para respirar, pero hay excepciones donde algunos grupos respiran a través de tubos traqueales sin tener estigmas, o tienen estigmas sin tubos traqueales (Iraola, 1998; Dhooria, 2016).

Digestión y excreción

El sistema digestivo de los ácaros se compone de tres partes principales: el intestino anterior, el intestino medio y el intestino posterior (Brody et al., 1972). El intestino anterior y el intestino posterior están recubiertos de cutícula, ya que son compartimentos derivados del ectodermo embrionario, mientras que el intestino medio, que se deriva del endodermo embrionario, carece de este revestimiento (Brody et al., 1972; Mothes-Wagner, 1985). El intestino posterior generalmente presenta cutícula a lo largo de toda su extensión y siempre finaliza con una sección también revestida de cutícula. En caso de estar presentes, los túbulos de Malpighi se conectan al sistema digestivo en la unión entre el intestino medio y el intestino posterior (Dhooria, 2016; Bensoussan et al., 2018).

El intestino anterior constituye el segmento inicial del tracto gastrointestinal de los ácaros e incluye la cavidad oral, la faringe y el esófago. El intestino medio está compuesto por las estructuras intermedias, donde ocurre la mayor parte de la absorción de nutrientes, por último, el intestino posterior representa el segmento final del sistema digestivo e incluye el ano, a través del cual se excretan los desechos fecales (Krantz & Walter, 2009; Colloff, 2009; Santamaria et al., 2022).

El sistema de excreción puede incluir entre 1 y 4 pares de glándulas coxales (nefridio) generalmente localizadas en los costados del prosoma, especialmente eficientes en la excreción acuática (Nuzzaci & Alberti, 1996), o de 1 a 2 pares de túbulos de Malpighi, los cuales son tubos cerrados que se conectan al intestino medio; en algunas instancias, ambas estructuras pueden encontrarse en conjunto (Padilla & Cuesta, 2003).

Durante la digestión los ácaros secretan varias enzimas, incluyendo la cisteína-proteasa, que está presente en las heces y es una fuente principal de alérgenos (Tovey et al., 1981a); la guanina es el producto final de la degradación, uno de los productos de excreción nitrogenados menos solubles en agua y sirve como indicador de la contaminación por ácaros, por consiguiente, se considera que los pellets fecales de los ácaros son la principal fuente de alérgenos (Herbosa & García, 2008).

Sistema Circulatorio

Los ácaros tienen un sistema circulatorio abierto, con hemocitos suspendidos en la hemolinfa (líquido circulatorio de los artrópodos) revistiendo sus diversos órganos, lo que permite los intercambios alimentarios y gaseosos (Herbosa & García, 2008; Colloff, 2009).

El sistema circulatorio de los ácaros es muy pequeño y, en la mayoría de los casos, no incluye un corazón, y en su lugar, posee una red de senos, algunos de los cuales pueden contraerse por la musculatura en ciertos grupos específicos (Padilla & Cuesta, 2003).

Sistema Nervioso

El sistema nervioso de los ácaros y garrapatas se encuentra alrededor del esófago y consiste en un sistema nervioso central compacto llamado singanglio, que incluye un ganglio supraesofágico proto-cerebral y un ganglio subesofágico tritocerebral; este sistema está compuesto por una corteza externa y un neuropilo interno (Krantz & Walter, 2009; Colloff, 2009).

En la mayoría de los artrópodos, los ganglios supraesofágicos y subesofágicos están unidos por comisuras circum-esofágicas, en cambio en los ácaros estas estructuras se unen en una masa densa de tejido, atravesada por el esófago (Colloff, 2009).

El sistema nervioso central está compuesto de células neurosecretoras que producen compuestos involucrados en procesos fisiológicos como la salivación, la muda, la oviposición y la apólisis cuticular ninfal (Krantz & Walter, 2009).

Sistema Reproductor

En Acariformes existe dimorfismo sexual entre hembras y machos. El orificio reproductor femenino está ubicado entre el tercer y cuarto par de coxas y generalmente tiene forma de V, con su ángulo dirigido hacia la región anterior del cuerpo, esta zona contiene el epiginio, una estructura endurecida en forma de media luna que actúa como refuerzo durante el desove (Herbosa & García, 2008; Krantz & Walter, 2009).

Los órganos copuladores del macho normalmente están retraídos debajo del cuerpo y, durante la cópula, penetran la abertura del saco copulador de la hembra a la altura del ano; luego, el espermatozoide se transporta desde el vaso hasta el ovario a través de dos canales. Las glándulas sebáceas desempeñan un papel importante en la producción de feromonas, estas se ubican en la región lateral del idiosoma, detrás del cuarto par de patas (Herbosa & García, 2008).

Por otro lado, en los Parasitiformes, las hembras pueden tener la abertura genital cubierta por cuatro escudos en el caso de las hembras y dos en el de los machos (Holothyrida) y diferentes órdenes pueden mostrar variaciones en la cantidad y tipo de escudos que cubren la abertura genital, como es el caso del orden Mesostigmata, donde esta abertura puede estar rodeada por una o dos valvas; la reproducción en este grupo se lleva a cabo mediante espermátóforos que el macho recoge con sus quelíceros y luego introduce en la abertura genital de la hembra (Iraola, 1998; Walter & Proctor, 2013; Dhooria, 2016).

Ciclo de vida

De forma general, los ácaros tienen un ciclo de vida compuesto por cinco estadios: huevo, prelarva, larva, ninfas y adulto, con la duración de cada estadio variando según la especie y las condiciones ambientales como temperatura, humedad y disponibilidad de alimentos (Puerta et al., 2008; Colloff, 2009).

Algunos ácaros pueden completar su desarrollo desde el huevo hasta el adulto en semanas, mientras que otros pueden tardar meses o incluso años (Colloff, 2009). La esperanza de vida de los ácaros también está influenciada por el entorno en el que habitan, como algunas especies de la cohorte Astigmatina, que viven apenas un mes, mientras que otros ácaros pueden sobrevivir varios años, como es el caso de algunas especies de garrapatas (Krantz & Walter, 2009) (Cuadro 1).

Características de cada estadio:

Huevo

Las variaciones en forma, color y ornamentación de los huevos permiten, en muchos casos, diferenciar entre especies simpátricas, sin embargo, independientemente de su apariencia, los ácaros son muy selectivos respecto al lugar de puesta de sus huevos (Walter & Proctor, 2013).

Pre-larva

La prelarva de los ácaros es una etapa que usualmente no se alimenta y puede estar inactiva (Krantz & Walter, 2009). Presenta tres pares de patas segmentadas y protuberancias en el área donde se desarrollará el cuarto par de patas; sin embargo, no está claro si la prelarva emerge directamente del huevo o si se transforma en larva dentro de la cáscara del huevo (Walter & Proctor, 2013).

Larva

Al igual que la pre-larva, tiene tres pares de patas (hexápoda) (Colloff, 2009). Poseen poca esclerotización y no presenta genitales externos (Dhooria, 2016). Algunas larvas son depredadoras, (por ejemplo, algunos Cheyletidae) o parásitas agresivas (Trombiculidae), mientras que otras son débiles y no se alimentan (muchos Mesostigmata) (Krantz & Walter, 2009).

Ninfa

La mayoría de los ácaros tienen dos o tres etapas ninfales antes de llegar a su forma adulta, aunque algunos pueden tener hasta once, como es el caso de las garrapatas Argasidae (Estrada-Peña, 2015).

Algunos ácaros pueden desarrollar las estructuras genitales primordiales en las etapas ninfales (Acariformes y Holothyrida), ausentes en Mesostigmata (Krantz & Walter, 2009). Entre las etapas ninfales que son más frecuentes están:

- Protoninfa. Es la primera etapa ninfal, es activa y puede alimentarse o no (Krantz & Walter, 2009). Poseen cuatro pares de patas y un par de papilas genitales (Colloff, 2009).
- Deutoninfa. A menudo se parece al adulto en características no sexuales, pero hay algunas excepciones que son completamente diferentes en morfología y comportamiento (Krantz & Walter, 2009).

Algunos ácaros oribátidos de la cohorte Astigmatina, presentan un estadio de deutoninfa heteromórfica facultativa, también conocidas como hipopus, cuya función en el ciclo de vida es permitir la supervivencia en condiciones desfavorables y facilitar la dispersión (Colloff, 2009). Cuando el estadio de deutoninfa no está presente o está completamente suprimido, como ocurre en algunas especies parásitas, la protoninfa pasa directamente al estadio de tritoninfa (Walter & Proctor, 2013).

- Tritoninfa. Tienen cuatro pares de patas y dos pares de papilas genitales, en comparación con el único par presente en las protoninfas (Colloff, 2009).

Generalmente, la tritoninfa es un estadio activo o forético, pero está ausente en los Mesostigmata y en muchos Prostigmata. Cuando no se expresa la etapa tritoninfa, la muda final al adulto ocurre al final de la segunda etapa ninfal (Krantz & Walter, 2009).

Adulto

La mayoría de los ácaros adultos son fácilmente identificables por sus regiones genitales completamente formadas, que a menudo están acompañadas de escudos distintivos, y a veces también por la aparición de órganos de transferencia espermática o sistemas secundarios de transferencia de esperma (Krantz & Walter, 2009).

Hábitat de los ácaros

Los ácaros se pueden encontrar prácticamente en cualquier lugar donde haya vida, desde la tundra ártica hasta el desierto del Sahara, así como en ríos, lagos, arroyos y bosques (Krantz & Walter, 2009). Los ácaros tienen diferentes estilos de vida y algunos pueden cambiar su preferencia trófica durante su desarrollo, además de volverse parásitos o foréticos sobre otros animales (Krantz & Walter, 2009).

Hábitos alimenticios

Los ácaros pueden ser divididos en dos grupos según su alimentación: los que viven libremente, que pueden ser clasificados como depredadores, fitófagos, micófagos, saprófagos, y aquellos de hábitos parásitos, que se dividen en ectoparásitos y endoparásitos de animales vertebrados e invertebrados (Iraola, 2001; Krantz & Walter, 2009) (Cuadro 2).

Ácaros sinantrópicos: ácaros del polvo doméstico y de almacenamiento

La sinantropía se refiere a la capacidad de las especies silvestres de plantas y animales que aprovechan los recursos de áreas urbanas o modificadas por humanos, ya sea de manera temporal como vía de paso o de forma permanente como hábita. Por ejemplo, la fauna sinantrópica nociva, interactúa negativamente con las poblaciones humanas, generando problemas económicos, ambientales o riesgos para la salud pública (Barroso, 2006).

Los ácaros sinantrópicos suelen encontrarse en ambientes urbanos y domésticos, donde pueden infestar lugares como casas, oficinas y otros espacios habitados. Dentro de esta categoría están incluidos los ácaros de almacenamiento (“Storage mites”) y del polvo doméstico (“house dust mites”). Los desechos fecales, exuvias y cuerpos muertos de los ácaros sinantrópicos pueden causar problemas de salud a las personas, como alergias cutáneas y respiratorias, incluyendo asma (Fernández-Caldas et al., 2014; Sánchez-Borges et al., 2017).

Los ácaros de almacenamiento son aquellas especies que infestan productos alimenticios almacenados, como cereales, condimentos y otros alimentos secos; su presencia es un problema significativo, ya que pueden causar deterioro en la calidad de los productos

y provocar una serie de problemas asociados con la calidad alimentaria (Franz et al., 1997; Thind & Clarke, 2001).

Los alimentos secos son particularmente susceptibles a la contaminación con artrópodos plagas (insectos y ácaros), especialmente durante el periodo de postcosecha (Viñuela et al., 1993; De Los Mozos, 1997). Estos granos (cereales y otros) conforman la parte central en la dieta de muchas personas por su alto valor nutricional (Slavin, 2004). Estas infestaciones ocurren alrededor de todo el mundo, en donde la semejanza en la mayoría de ellos es la alta abundancia de ácaros pertenecientes a la cohorte Astigmatina, seguido de los ácaros Prostigmata (Franz et al., 1997; Thind & Clarke, 2001; Díaz & Almaguel, 2015). Dentro de los ácaros que contaminan estos alimentos secos hay varias especies consideradas como habitantes normales de ambientes domiciliarios (Thind & Clarke, 2001).

Ciertas especies de ácaros, como *Tyrophagus putrescentiae* (Schrank, 1781), *Dermatophagoides farinae* Hughes, 1961, *Dermatophagoides pteronyssinus* (Trouessart, 1897), *Suidasia* spp., *Aleuroglyphus ovatus* (Troupeau, 1879), *Lepidoglyphus destructor* (Schrank, 1781), *Thyreophagus entomophagus* (Laboulbène & Robin, 1862), *Blomia tropicalis* Bronswijk, Cock & Oshima, 1974 y *Blomia freemani* Hughes, 1948, se han identificado como las principales desencadenantes de alergias asociadas al consumo de harinas contaminadas (Sánchez-Borges et al., 2009; Takahashi et al., 2014; Sánchez-Borges & Fernández-Caldas, 2015; Sánchez-Borges et al., 2020).

Importancia de los ácaros en la salud humana

Existen dos formas principales en que los ácaros pueden causar daños o enfermedades a los humanos, una es transmitiendo patógenos y la otra se da por acción directa del propio ácaro. En el primero de los casos no son los ácaros los que causan la enfermedad directamente, sino que actúan como vectores, es decir, que transportan microorganismos patógenos (virus, bacterias y parásitos) y facilitan su entrada en el cuerpo de las personas, durante el proceso de alimentación, (Colloff, 2009; Walter & Proctor, 2013; Dhooria, 2016). Por ejemplo, las garrapatas (Ixodida), grupo principal de ácaros vectores, pueden transmitir rickettsiosis, anaplasmosis, borreliosis de Lyme, Fiebre Crimea-Congo, entre otras (Sallent et al., 2022).

Las afectaciones directas provocadas por los propios ácaros ocurren por la acción de las sustancias que producen. Tal es el caso de las partículas de origen proteico (enzimas) presentes en su saliva, cutícula y heces. Estas sustancias actúan como alérgenos, provocando reacciones en personas sensibles, que van desde síntomas leves, como secreción nasal, hasta afecciones más graves, como el asma atópica (Colloff, 2009; Walter & Proctor, 2013).

Los ácaros en alimentos y condimentos, especialmente los Astigmatina representan una amenaza significativa para la salud pública, ya que sus alérgenos se acumulan dentro de los alimentos almacenados prolongadamente y son capaces de desencadenar respuestas alérgicas severas en individuos sensibles (Li & Fan, 1997; Thind & Clarke, 2001; Vogel et al., 2015; Colloff, 2009).

Relación ácaros – alergias

El término alergia se define como la respuesta exagerada del organismo frente a sustancias extrañas (los alérgenos) que provienen del ambiente y a la que normalmente otros individuos no reaccionan (Clínica Universidad de Navarra, s.f.). Los alérgenos son moléculas, por lo general proteínas, que pueden provocar una reacción de hipersensibilidad en personas que han tenido contacto previo con el alérgeno y son sensibles al mismo (Pastor, 2022). Entre los alérgenos más comunes se incluyen a los ácaros, las esporas de moho, el polen y el epitelio animal, otros alérgenos incluyen las toxinas de los alimentos, medicamentos, productos biológicos y saliva de insectos (Ring, 2014).

Entre los alérgenos de ácaros más estudiados están las proteínas del grupo 1 y 2 de los ácaros del polvo doméstico del género *Dermatophagoides* (*D. pteronyssinus* y *D. farinae*), y se consideran los principales desencadenantes de alergias en la mayoría de los pacientes sensibilizados (Cui et al., 2018). Según el Subcomité de Nomenclatura de Alérgenos de la Organización Mundial de la Salud, hasta la fecha se han registrado 34 alérgenos para *D. pteronyssinus*, 16 para *T. putrescentiae* y 26 exclusivos de *B. tropicalis* (WHO/IUIS, 2024), además, existen variedades de alérgenos derivados de diversas especies de ácaros asociados al almacenamiento de alimentos que son capaces de ocasionar una reacción alérgica (Sánchez-Borges et al., 2017).

Entre las reacciones alérgicas más frecuentes están la rinitis alérgica, conjuntivitis, asma y dermatitis atópica, afectando significativamente la calidad de vida de quienes las padecen (Fernández-Caldas et al., 2014).

Las reacciones alérgicas asociadas con los ácaros domésticos o sinantrópicos son el resultado de la sensibilización y la exposición continua a una variedad de alérgenos presentes en diferentes partes del cuerpo de los ácaros; estos alérgenos incluyen proteínas del tracto gastrointestinal, heces, huevos y cutículas; específicamente las proteínas del tracto gastrointestinal presente en pellets fecales pueden volverse aeroalérgenos y tienden a desencadenar alergias respiratorias (Cui et al., 2018).

Las reacciones alérgicas dependen de la vía de exposición, y en el caso de los ácaros, estos pueden ocasionar alergias por tres vías: por contacto con la piel, por inhalación y por ingesta (Tovey et al., 1981b, Sánchez-Borges et al., 2009; Colomé, 2022). La dermatitis atópica, rinitis alérgica, conjuntivitis alérgica y el asma por alergia se dan por contacto de las partículas alérgicas de modo directo con la piel o por las mucosas al ser inhalados (Colloff, 2009; Fernández-Caldas et al., 2014; Cui et al., 2018). Por otro lado, la ingesta de estos alérgenos puede ocurrir al ingerir alimentos contaminados con ácaros (Sánchez-Borges et al., 2009).

Una de estas reacciones alérgicas es particularmente grave, el síndrome de anafilaxia oral por ingestión de ácaros u OMA, la cual es una reacción potencialmente mortal que puede desencadenarse inmediatamente después de consumir alimentos contaminados con ácaros en grandes cantidades (Sánchez-Borges et al., 2009). Se han documentado casos de OMA asociados con diversos alimentos, mayormente aquellos elaborados con harinas a base trigo, donde especies de ácaros como *B. tropicalis* y *S. pontifica*, entre otras, han sido identificadas como agentes causales (Sánchez-Borges et al., 2013; Miranda et al., 2019; Sánchez-Borges et al., 2020).

Sensibilización

Cuando un organismo entra en contacto con un alérgeno por primera vez, el sistema inmunológico se estimula para producir IgE, un tipo de anticuerpo que puede reconocer ese

alérgeno específico, a este fenómeno se le conoce como sensibilización (Clínica Universidad de Navarra, s.f.).

La sensibilización en personas con alergias tipo I mediadas por Inmunoglobulina E es una interacción compleja entre: **el individuo expuesto**, ya que puede presentar un riesgo heredado de volverse alérgico; **la dosis**, una exposición alta en los primeros años de vida puede inclinarse hacia la tolerancia; **el momento de la exposición**, debido a que a más temprana edad el sistema inmunitario es más susceptible a la sensibilización como también a la inducción de la tolerancia; **el contexto de la exposición**, por ejemplo las exposiciones ambientales como la contaminación, los parásitos, los microbios, la dieta y el estilo de vida; y **las propiedades endógenas de la proteína** (Van Ree, 2014).

Una concisa definición de los términos frecuentemente utilizados en alergias se puede ver en el cuadro 3.

Epidemiología de enfermedades alérgicas causadas por ácaros

Los ácaros son una fuente importante de alérgenos en interiores de las casas en la mayoría de las regiones del mundo, exceptuando zonas áridas, extremadamente frías y de gran altitud (Castillo et al., 2022; Sánchez-Borges et al., 2017); se estima que entre el 10 y el 20% de la población mundial sufre de alergias provocadas por los ácaros, un problema que afecta principalmente a individuos susceptibles, como aquellos con asma o enfermedades respiratorias (Linn et al., 2024). Las familias de ácaros del polvo doméstico más importante por su papel alérgico son Pyroglyphidae (*D. pteronyssinus*, *D. farinae* y *Euroglyphus maynei* Cooreman, 1950), Echimyopodidae (*B. tropicalis*) y Acaridae (*Acarus siro* L., 1758, *L. destructor*, *A. ovatus*, y *T. putrescentiae*) (Castillo et al., 2022).

IX. CAPÍTULO 3. MARCO METODOLÓGICO

Diseño metodológico

Se realizó un estudio descriptivo de corte transversal en viviendas de las provincias de Panamá y Panamá Oeste.

Selección de población de estudio

Se seleccionaron las provincias de Panamá y Panamá Oeste que albergan la mayor densidad poblacional en el país; además, se consideró la ocurrencia de casos de OMA (Barrera et al., 2015 y Miranda et al., 2019). Estos criterios guiaron la selección de las localidades de estudio para garantizar la pertinencia y utilidad de la investigación a realizar.

Localización

La provincia de Panamá se encuentra ubicada en las coordenadas 9°00'00"N y 79°10'00"O con una superficie de 9166 km², conformada por los distritos: Balboa, Chepo, Chimán, Taboga, Panamá y San Miguelito; por su parte, la provincia de Panamá Oeste se encuentra en las coordenadas 8°52'49"N y 79°47'00"O con una superficie de 2786 km², conformada por los siguientes distritos: Arraiján, La Chorrera, Capira, Chame y San Carlos (INEC, 2023) (Cuadro 14).

El desarrollo de la investigación y análisis de muestras se llevó a cabo en el Laboratorio de Artrópodos Venenosos del Departamento de Entomología Médica del Instituto Conmemorativo Gorgas de Estudios de la Salud (DIEM-ICGES).

Selección de viviendas participantes

La captación de los participantes se realizó a través de las redes sociales, panfletos y videos informativos del Instituto Conmemorativo Gorgas de Estudios de la Salud (ICGES) con la aprobación del Comité de Bioética del ICGES de acuerdo con el protocolo 253/CBI/ICGES. Se utilizaron los siguientes criterios de selección (inclusión/exclusión) para las visitas y colecta de las muestras (alimentos y condimentos) dentro de las despensas en las viviendas:

a Criterios de inclusión

- Ser mayor de edad.
- Vivir durante los últimos 9 meses en las provincias de Panamá o Panamá Oeste.

- Firmar el documento de consentimiento informado.
- Tener disponibilidad para una visita de aproximadamente 1 hora en su hogar para la toma de muestras y contestar una encuesta.

b Criterios de exclusión

- Ser menor de edad.
- No firmar el consentimiento informado.
- No tener residencia actual en el área de estudio.
- No permitir la toma de muestra

Cálculo de muestra

De los 115 corregimientos de la provincia de Panamá según el censo de población y vivienda del (INEC, 2010), con un máximo de indeterminación (p) de 50 por ciento, un nivel de confianza (z) del 92 por ciento y un error de estimación (e) de 8 por ciento, utilizando la fórmula de cálculo de la muestra proporcional para muestreo aleatorio simple:

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * p * q}{e^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q}$$

se seleccionaron 61 corregimientos de la provincia de Panamá (actualmente Panamá y Panamá Oeste). La selección se realizó mediante un sorteo aleatorio utilizando Microsoft Excel 2019®, lo que garantizó una distribución equitativa y sin sesgos en la elección de las áreas a visitar.

La cantidad de viviendas a visitar se determinó también mediante la fórmula de muestreo aleatorio simple para una población finita proporcional. Basado en los datos del Censo Nacional de Población de 2010 (INEC, 2023), que indicaban un universo poblacional de 216,672 viviendas en los 61 corregimientos seleccionados, se asumió un nivel de confianza del 95%, una proporción máxima de indeterminación del 50%, y un margen de error del 5.5%. Así, el tamaño de muestra final fue de 330 viviendas.

Metodología de campo

Las visitas para la toma de las muestras (alimentos y condimentos) se realizaron de forma programada. Se utilizó equipo de bioseguridad, incluyendo guantes, batas, redecillas, mascarillas y cubre zapatos.

Las muestras se tomaron directamente de las vasijas, frascos y cajas de las despensas, aproximadamente de 1 gramo (media cucharadita) y se clasificaron en alimentos y condimentos; en cada despensa de los participantes se tomaron los datos de temperatura y humedad relativa con un termohigrómetro digital. Estas muestras se colocaron en bolsas plásticas de cierre hermético debidamente rotuladas con sus datos de colecta y se mantuvieron en una hielera con *pads* fríos para mantener la cadena de frío durante el transporte. Las muestras de cada día se guardaron en refrigeración a 4°C en el DIEM-ICGES, para su posterior análisis.

Procesamiento de las muestras

De cada muestra se pesó 0.1 gramo, utilizando platos de pesaje antiestáticos en una balanza analítica marca OHAUS®. Posteriormente, se colocaron las muestras en platos Petri con etanol al 70% para la extracción de ácaros con ayuda de agujas modificadas y se contabilizaron con un contador manual bajo los estereomicroscopios Nikon® SMZ150 y Leica® Stereozoom S9D con cámara integrada marca Leica® Flexacam C3. Los ácaros encontrados en cada muestra fueron puestos en un vial de plástico de 1.5 mL polipropileno con etanol al 70% para su posterior identificación. Todos los viales se rotularon con el código y tipo de muestra.

Montaje de placas e identificación

Los ácaros fueron montados en placas para microscopía utilizando medio Hoyer, elaborado en el DIEM-ICGES utilizando la fórmula modificada de Singer (1967).

Una vez colocados los ácaros y el cubreobjeto, cada lámina se dejó secando en un horno a 40°C durante 24 horas. Luego de este período de secado, se procedió a sellar el borde de las placas con una capa de barniz poliuretano y se dejaron otras 24 horas al horno para el

secado. Cada placa para microscopía se etiquetó con los datos de colecta, y posterior a la identificación, se colocó otra etiqueta con los datos taxonómicos.

Para la determinación taxonómica se utilizaron claves para orden, familia y especies (Krantz & Walter, 2009; Lindquist et al., 2009; Walter et al., 2009; Norton & Behan-Pelletier, 2009; OConnor, 2009).

Análisis de datos

Los datos se tabularon en el programa Microsoft Excel®. Se calculó la densidad de ácaros por muestra (en base a la masa revisada), la riqueza específica (S) por muestra y por tipo de alimento y la abundancia relativa por especie para cada muestra. Los datos de abundancia por especie/morfoespecie de ácaro se utilizaron para calcular los índices de diversidad biológica alfa con el paquete estadístico de PAST® versión 4.04 (Hammer et al., 2001).

La densidad de población se define como la relación que existe entre la población enmarcada en una determinada área y la superficie sobre la cual se ubica (Colloff, 2009); en nuestro estudio, la densidad se expresa como el número total de ácaros por gramo de muestra.

La abundancia relativa es la proporción o el porcentaje que los miembros de una especie representan en relación con el número de individuos de una comunidad (Rodríguez, 2001).

La diversidad alfa se centra en la diversidad dentro de las comunidades. Para evaluarla, existen dos métodos; el primer grupo, se enfoca en contar el número de especies presentes, es decir, la riqueza específica; y el segundo grupo, se basa en la estructura de la comunidad, como la distribución proporcional del valor de importancia de cada especie (Moreno, 2001).

La riqueza específica es el número de especies distintas presentes en dicha comunidad (Gee & Giller, 1987).

El índice de entropía (Shannon-Wiener) es uno de los métodos más comunes para medir la diversidad de especies. Este índice se deriva de la teoría de la información y evalúa

la complejidad de una comunidad considerando dos elementos: la cantidad de especies que contiene y la proporción en la que están representadas (PLA, 2006).

Los índices basados en la dominancia se centran en la representación de las especies dominantes sin considerar la contribución de las especies menos abundantes (Moreno, 2001, Salmerón et al., 2017). Para nuestro estudio utilizamos el índice de dominancia de Simpson (λ), el cual mide la probabilidad de que, al seleccionar dos individuos de una comunidad al azar, ambos pertenezcan a la misma especie (Moreno, 2001).

El coeficiente de similitud cuantitativo de Bray-Curtis tiene un enfoque de diversidad beta y se utiliza para medir la similitud o diferencia entre dos o más grupos de muestras o comunidades biológicas. Se fundamenta en la comparación de la abundancia relativa de las especies presentes, en lugar de centrarse en la abundancia total de cada especie. Un valor de 0 indica que no hay similitud alguna en la composición de especies de ácaros entre las muestras, mientras que un valor de 1 indica una similitud completa (Bray & Curtis, 1957).

X. CAPÍTULO 4. RESULTADOS

En este estudio se revisaron 566 muestras, de las cuales 294 fueron de alimentos y 272 de condimentos, recolectadas en viviendas ubicadas en los 61 corregimientos de las provincias de Panamá y Panamá Oeste (cuadro 4). Se obtuvo un total de 8521 ácaros, correspondientes a 5302 en alimentos y 3219 para condimentos en las despensas.

De los ácaros colectados, se identificaron 9 morfoespecies pertenecientes a 8 familias; 6 se lograron identificar a nivel de especie, 2 a nivel de género (cuadro 9 y 10), y una morfoespecie no se logró identificar, registrándose como miembro de la Subfamilia Tarsoneminae (cuadro 10).

Alimentos y condimentos contaminados por ácaros

En alimentos, se encontró que los más frecuentemente contaminados con ácaros fueron la avena (29.67%), la harina de trigo (15.97%) y los productos a base de maíz (incluyendo crema de maíz y harina de maíz). Otros alimentos contaminados fueron los “pancakes” (incluyendo “pancake” de avena), con 21.74%, y la maicena, con 23.08% (cuadro 5).

En condimentos, el laurel, el perejil, una mezcla de laurel con clavo de olor, y una mezcla de canela con cúrcuma mostraron una prevalencia del 100%. Sin embargo, estuvieron representadas por una sola muestra procesada (cuadro 6). Por otro lado, la prevalencia de la paprika fue de 44.4%, seguido del culantro y las finas hierbas, ambos con un 25% y el 20% en el clavo de olor. En cambio, el sazón presentó la menor prevalencia con un 2.2%, a pesar de tener un mayor número de muestras revisadas (cuadro 6).

Riqueza de especies

De las muestras de alimentos, se identificaron 5 especies de ácaros pertenecientes a 4 familias distintas, Acaridae, Suidasiidae, Cheyletidae y Blattisociidae (cuadro 9). En cuanto a las muestras de condimentos, se identificaron 8 morfoespecies de ácaros pertenecientes a 8 familias diferentes: Acaridae, Suidasiidae, Cheyletidae, Blattisociidae, Aeroglyphidae, Tarsonemidae, Tydeidae y Phytoseiidae. De este listado de ácaros, 6 se lograron identificar a nivel de especie, uno a nivel de género y uno hasta subfamilia (cuadro 10).

La especie de ácaro más abundante fue *Suidasia pontifica* con un 98.72% en alimentos y 99.19% en condimentos, seguida por *T. putrescentiae* con una abundancia relativa de 1.15% en alimentos y 0.47% en condimentos. Además, se registraron otras especies en menor abundancia en alimentos: *Cosmoglyphus* sp. (0.02%) y *Cheyletus malaccensis* (0.06%), así como *Blattisocius dendriticus* (0.06%).

En los condimentos, además de las especies mencionadas, se detectó en menor abundancia a *Glycycometus malaysiensis* y *Amblyseius largoensis* con 0.06%. Además, un ácaro de la subfamilia Tarsoneminae (Tarsonemidae) y *Brachytydeus* sp. con 0.03%, respectivamente.

En los alimentos, los valores del índice de dominancia Simpson mayores a 0.75 se consideraron como dominancia por parte de una especie, donde el 90.9% fue por *S. pontifica* seguido de 6.1% por *T. putrescentiae*, con valores de Shannon_H frecuentemente cercanos o iguales a 0, indicando una baja diversidad y distribución desigual entre las especies presentes. Los valores del índice de dominancia de Simpson y el índice de uniformidad ($Evenness_e^H/S$) en estas muestras fueron en su mayoría iguales a 1, sugiriendo que una sola especie predomina en casi todos los casos. Algunas excepciones, como los frijoles y la crema de mariscos, muestran una mayor diversidad y una distribución más uniforme de los individuos por especies (cuadro 11).

En los condimentos, el 89.3% de las muestras presentaron valores del índice Simpson mayores a 0.80, en donde se observó dominancia en el 84% por la especie *S. pontifica* seguida por el 12% de *T. putrescentiae*. El clavo de olor, curry, pimienta, laurel y canela mostraron valores del índice de Shannon_H igual a 0 y un índice de uniformidad de 1, lo que indica una dominancia absoluta de una sola especie de ácaro (cuadro 12).

Densidad

La densidad de ácaros por gramo en las muestras de alimentos y condimentos mostró una gran variabilidad. En alimentos, las muestras de maíz y maicena representaron los valores de densidad más bajos; por el contrario, las muestras con mayor densidad de ácaros incluyeron la harina de trigo con una densidad máxima de 8989 ácaros por gramo de muestra,

y la avena con una densidad máxima de 7014 ácaros por gramo de muestra. Otras muestras destacadas fueron los “pancakes”, con una densidad de 5917 ácaros por gramo, y la linaza, con una densidad de 1387 ácaros por gramo (cuadro 7).

En el análisis de los condimentos, la paprika presentó las densidades más altas, con valores de hasta 10500 ácaros por gramo. Por su parte, en las muestras de orégano se obtuvo hasta 82 ácaros por gramo de muestra. La cúrcuma, el clavo de olor, el curry y el laurel también mostraron densidades más bajas, con valores alrededor de 20 ácaros por gramo. Otros condimentos como el comino y el sazón presentaron densidades de 64 y 20 ácaros por gramo, respectivamente. Las mezclas de canela y cúrcuma y el ajo en polvo también reflejaron contaminación, con densidades de hasta 85 y 10 ácaros por gramo (cuadro 8).

Similitud comunitaria (Beta diversidad)

En el análisis del coeficiente de similitud cuantitativo de Bray-Curtis, los valores de similitud entre las muestras varían entre 0 y 1. Los dendrogramas ilustran cómo se agruparon las muestras de alimentos y condimentos en función de la similitud entre ellas.

Nuestro análisis indica que las muestras con alta densidad de *S. pontifica*, como ciertas muestras de harina de trigo y “pancakes”, presentan valores de similitud cercanos a 1, indicando una alta uniformidad en la composición de ácaros dentro de estas muestras.

Estos resultados revelan que las similitudes en las muestras de alimentos y condimentos no sólo dependen de las especies presentes en cada muestra, sino también de la abundancia proporcional, lo que influye en su agrupación de acuerdo con el índice de Bray-Curtis (Figuras 22 - 23).

Parámetros ambientales

Las condiciones ambientales en las despensas presentaron una temperatura promedio de $29.93 \pm 2.63^{\circ}\text{C}$ y una humedad relativa de $69.73 \pm 9.6\%$ (cuadro 13).

XI. CAPÍTULO 5. DISCUSIÓN

La mayoría de los estudios sobre los ácaros que infestan alimentos se llevan a cabo en granjas, graneros, almacenes y panaderías. Sin embargo, hay pocos estudios realizados en las despensas de los hogares (Thind & Clarke, 2001; Binotti et al., 2001). Esta situación nos ha llevado a investigar estos microambientes en Panamá para así conocer la distribución y diversidad de estos ácaros, para que a futuro se pueda concientizar a la población sobre el riesgo a la salud (Sánchez-Borges et al., 2017).

Nuestra investigación representa el primer estudio que evalúa la contaminación por ácaros en alimentos y condimentos en despensas de hogares en Panamá y Panamá Oeste durante el periodo 2022-2023. Para establecer el límite usado en nuestra hipótesis, tomamos como referencia el trabajo de Thind & Clarke (2001) quienes reportaron el hallazgo de casi un 21% de los alimentos contaminados con ácaros en muestras de alimentos a base de cereales compradas en tiendas y otros comercios en el Reino Unido.

La hipótesis nula (H_0) establecía que menos del 20% de las muestras de alimentos y condimentos resultarían contaminadas con ácaros, mientras que la hipótesis alternativa (H_a) sugería que el 20% o más de las muestras estuviesen contaminadas.

Se obtuvo que la prevalencia de ácaros en alimentos + condimentos fue del **16.78%**, lo cual indica que se encuentra por debajo del 20% establecido en la hipótesis alternativa. Esto implica que, a nivel general del estudio, se acepta la hipótesis nula (H_0), sugiriendo que menos del 20% de las muestras de alimentos y condimentos están contaminadas con ácaros.

En el caso particular de los alimentos, la prevalencia total fue del 22.79%, por lo que se rechaza la H_0 . En cambio, la prevalencia de ácaros en los condimentos fue del 10.29%, lo que implica que se acepta la H_0 para estos productos.

En cuanto a la prevalencia de ácaros en alimentos nuestro hallazgo es muy similar a lo obtenido por Thind & Clarke (2001), quienes encontraron 21% de positividad de ácaros en muestras de alimentos, lo que sirvió como base para nuestra comparación. Estos autores reportaron la presencia de *Acarus siro*, *Tyrophagus putrescentiae* (ambos Acaridae) y *Lepidoglyphus destructor* (Glycyphagidae), todos ácaros de almacenaje de la cohorte

Astigmatina (Thind & Clarke, 2001). En nuestro estudio *S. pontifica* fue el ácaro más importante en cuanto a prevalencia y abundancia, con menor aporte de los Acaridae (*T. putrescentiae* y *Cosmoglyphus* sp.).

Prevalencia, abundancia relativa y densidad de ácaros: análisis de los productos más contaminados.

La avena y el trigo están dominados principalmente por *S. pontifica*, presentando índices de diversidad reducidos (cuadro 11). Esta alta prevalencia de ácaros en alimentos como la avena y el trigo es preocupante, especialmente cuando se observan densidades muy elevadas, lo cual constituye un riesgo para la salud. Estudios previos han demostrado una alta contaminación en Panamá, confirmando la presencia significativa de ácaros en avena (Miranda et al., 2019), lo que subraya la necesidad de vigilancia en productos de uso común. Sin embargo, este fenómeno no es exclusivo de Panamá ya que, a nivel internacional, estudios similares han reportado alta prevalencia de ácaros en productos alimenticios.

En Egipto, Gad et al. (2020) reportaron una gran cantidad de Acariformes en trigo, arroz, maíz, guisantes, pan, alimentos para animales y cebada. Estos hallazgos son relevantes porque evidencian una problemática similar de contaminación en diferentes contextos geográficos. En el Reino Unido se encontró una alta prevalencia de ácaros en alimentos a base de cereal como la avena, el muesli y copos procesados, lo que resalta la extensión del problema a nivel internacional y la necesidad de medidas preventivas en la industria alimentaria (Thind & Clarke, 2001).

Los resultados del presente estudio son similares a los hallazgos en Recife, Brasil, donde encontraron un total de 11956 ácaros, en el cual *S. pontifica* fue también la especie predominante, seguida de *Caloglyphus hughesi* (Samsinak, 1966) y *Tarsonemus granarius* Lindquist, 1972, en frijoles, maíz y pienso (De Sousa et al., 2005). Este estudio ilustra la magnitud de la infestación en productos alimenticios en América Latina. Asimismo, en São Paulo, Baggio et al., (1987) observaron alta prevalencia de ácaros en cereales almacenados (frijoles, arroz, maíz, trigo, avena, guisantes y sorgo) en mercados, indicando que la contaminación es un desafío en el almacenamiento de alimentos. Estos trabajos se llevaron a cabo utilizando registros de intercepciones de ácaros en productos almacenados, así como de

información estadística sobre intercepciones entomológicas y acarológicas disponibles respectivamente, y empleando técnicas de revisión directa de muestras en el caso de Baggio et al. (1987).

En Cuba, Díaz & Almaguel (2015) registraron un 61% de ácaros astigmatinos, 33% de especies de Prostigmata y un 6% de Mesostigmata en productos almacenados (Cuadro 15), en donde predominaron *S. pontifica* y *Cheyletus fortis* Oudemans, 1904, esta última de hábito depredador. Adicionalmente en Cuba, Ramos et al. (2016), también documentaron que *S. pontifica* y *B. tropicalis* eran las especies más frecuentes en alimentos como harina de trigo, maicena y otros.

En Panamá el primer estudio con ácaros en despensas de casas lo realizaron Bernal & Tuñón (2016), quienes seleccionaron casas de tres poblados de la provincia de Veraguas; donde encontraron predominio de especies Astigmatina, destacando *T. putrescentiae* (Acaridae) y *S. pontifica* (Suidasiidae) como las especies con mayor cantidad de individuos.

Además de la alta prevalencia en avena y trigo, en nuestro estudio también se encontró una alta prevalencia en condimentos. La alta densidad en la paprika y otros condimentos secos como el orégano, el culantro, la cúrcuma, el curry y la pimienta, indica un entorno propicio para la proliferación de ácaros. Estos hallazgos representan datos novedosos, ya que es el primer reporte de ácaros en condimentos en Panamá.

La paprika, en particular, presenta dominancia de una sola especie y una baja diversidad. Sin embargo, algunas muestras presentaron densidades extremas de hasta 10 500 ácaros por gramo, lo que es suficiente para provocar algún caso de OMA con muy poca cantidad de este condimento (cuadro 8).

El ácaro más importante en nuestro estudio fue *S. pontifica* (figura 9-11) descrito originalmente de plumas de *Aramus scolopaceus* Gmelin (Aramidae). En 1923, Oudemans describió *Aphelenia medanensis*, basándose en ácaros de un nido de un abejorro *Xylocopa* (Apidae) en Medan, Sumatra. Sin embargo, en 1924, Oudemans sinonimizó *Aphelenia* con *Suidasia* y proporcionó una descripción de *S. medanensis*, aunque sin figuras (Fain & Phillips, 1978). Al examinar las preparaciones típicas de *S. pontifica* y *S. medanensis*,

Oudemans no encontró características que permitieran diferenciarlas, por lo que las consideró como sinónimos (Balmes-Pacia & Corpuz-Raros, 1998). Fain & Philips (1978) citaron que Fox encontró “*S. medanensis*” en mosquitos muertos en Puerto Rico, mientras que Manson (1973) reportó la misma especie sobre insectos recolectados en Nueva Guinea, Pakistán, India y Nueva Zelanda.

S. pontifica tiene distribución cosmopolita, con una presencia destacada en la región Oriental, donde se ha convertido en una plaga significativa en alimentos almacenados. Tseng (1978), en Taiwán ha documentado que este ácaro infesta granos almacenados, azúcares, harinas, dulces, pescado seco triturado, galletas de trigo, productos como salsa y brotes de soja, jamón, jengibre seco, leche en polvo, hongos, miel, ajo, tulipán, cebolla, té, plumas, pan fermentado, mango en descomposición, medios de cultivo bacteriológicos, entre otros. Sinha (1978) observó que *Suidasia pontifica* se alimenta de una gran variedad de cereales y productos vegetales. Olsen (1982) mencionó que *S. pontifica* es uno de los ácaros contaminantes detectados en alimentos (camarones secos) importados desde el sudeste asiático a Estados Unidos. Este ácaro fue reportado en leche en polvo en Tailandia (Ho, 1996) y también se encontró en Taipei, China, alrededor y sobre el tímpano de una mujer, aunque sin determinar de qué se alimentaban (Ho, 2002).

Suidasia pontifica tiene hábitos de vida domésticos y, frecuentemente, busca refugio en nidos de insectos, aves y mamíferos donde encuentra alimento disponible (Balmes-Pacia, & Corpuz-Raros, 1998). La prevalencia de *S. pontifica* en los hogares suele ser alarmantemente en Malasia (80% de los hogares) (Mariana et al., 2000). En ese estudio se realizaron pruebas alergológicas en 85 pacientes sospechosos de padecer rinitis alérgica, encontrando que el 74.1% demostró reacciones positivas al extracto de *S. pontifica*; esta tasa de sensibilización es notablemente alta y subraya la importancia de considerar a esta especie como un agente alergénico relevante.

En Panamá *S. pontifica* se le ha encontrado contaminando alimentos, despensas, en pisos de habitaciones y colchones, aunque con abundancias relativas muy diferentes (Miranda et al., 2002; Barrera et al., 2015; Bernal & Tuñon, 2016; Estribí et al., 2018; Miranda et al., 2019). En la Ciudad de Panamá, Barrera et al. (2015) documentaron casos de

anafilaxia oral por consumo de *pancakes* contaminados con *S. pontifica*, mientras que Miranda et al. (2019) describieron el primer caso de este tipo de alergia por consumo de avena contaminada con esta especie de ácaro. Aunado a lo anterior, nuestros resultados respaldan que *S. pontifica* sea reconocido como una especie de gran importancia en alergología en Panamá.

Tyrophagus putrescentiae es una de las especies de Acaridae más relevantes en relación con las alergias: Hasta la fecha se han identificado 16 alérgenos (WHO/IUIS, 2024) de *T. putrescentiae*, siendo los principales: Tyr p1, Tyr p2 y Tyr p3. Entre ellos, Tyr p2 pertenece al grupo 2 de alérgenos, que se considera el más importante en productos almacenados (Bessot & Pauli, 2011). Por otro lado, Tyr p4 es un alérgeno débil, similar a los del grupo 4 de otros ácaros (Teng et al., 2020). La reactividad cruzada de los alérgenos de *T. putrescentiae* con otros ácaros del polvo ha sido documentada, lo que aumenta más su impacto en la salud de personas alérgicas (Colloff, 2009).

Tyrophagus putrescentiae es cosmopolita y se reconoce como un contaminante común en diversos entornos, incluyendo hogares y se alimenta de una amplia variedad de sustancias, lo que le permite prosperar en diferentes hábitats (Colloff, 2009). La exposición a los alérgenos de esta especie puede ocurrir en circunstancias domésticas y laborales, afectando a agricultores, manipuladores de cereales, panaderos y queseros, quienes han reportado sensibilización a esta especie (Eriksson et al., 1998). En Panamá, Lezcano et al. (2022), reportaron una superpoblación inusual de este ácaro en una oficina, un entorno que, por lo general, no proporciona las condiciones ideales para su desarrollo.

En el presente estudio, *T. putrescentiae* (figura 19 - 20) a diferencia de lo encontrado por Bernal y Tuñon (2016), presentó baja prevalencia y abundancia en los alimentos; sin embargo, no hay que perder de vista que este ácaro puede provocar alergias de tipo respiratorio, cutáneas y anafilaxia por la ingestión de alimentos contaminados con ácaros (Matsumoto et al., 2002; Sánchez-Borges et al., 2009; Sánchez-Borges et al., 2017).

Otras especies poco abundantes en nuestro estudio fueron *Cosmoglyphus* sp. y *G. malaysiensis*. La primera se encuentra en una variedad de hábitats, como estiércol, plantas en descomposición y nidos de hormigas (Klimov, 1999). Mientras que *G. malaysiensis* es

considerada como una de especies de gran importancia en el polvo doméstico (Tang et al., 2011). En Panamá Miranda et al. (2002) fueron los primeros en citar esta especie en el polvo doméstico en América, destacando su relevancia y su contribución a las enfermedades alérgicas en la región.

Las menos abundantes en alimentos y condimentos, fueron una especie de Tarsoneminae (Tarsonemidae), que son fitófagos, micófagos o depredadores que se alimentan de huevos de ácaros (Lindquist 1986) y una especie del género *Brachytydeus* (Tydeidae), que incluye ácaros depredadores y fungívoros que se encuentran en una variedad de hábitats, como suelos y productos almacenados (Krantz & Walter, 2009). Su presencia en alimentos puede deberse a la búsqueda de fuentes de alimentos, como hongos y huevos de otros ácaros.

Se encontraron tres especies de ácaros depredadores en alimentos y condimentos: *Blattisocius dendriticus* (Blattisociidae) *Amblyseius largoensis* (Phytoseiidae) y *Cheyletus malaccensis* (Cheyletidae). Estos ácaros son depredadores, se alimentan de otros ácaros presentes en los granos, así como de pequeños artrópodos (Gerson et al., 1999; Britto et al. 2012).

Krantz (1978) señaló que los miembros de las Familias Ascidae, Parasitidae y Laelapidae (Mesostigmata), junto con varias especies de la Familia Cheyletidae (Prostigmata), son depredadores comunes de ácaros en productos almacenados. Además de estos, también se han documentado como depredadores en alimentos almacenados algunos miembros de las Familias Macrochelidae, Stigmaeidae y Raphignathidae, típicamente presentes en otros hábitats (Corpuz-Raros et al., 1988; Balmes-Pacia & Corpuz-Raros, 1998).

Balmes-Pacia & Corpuz-Raros (1998), reportan que hallaron *C. malaccensis* y *Blattisocius* sp. en el cultivo original (mezcla de pan y levadura), y que ambas especies se alimentaban de *S. pontifica* en este entorno. No obstante, hacia el final del estudio, estos depredadores ya no estaban presentes en el cultivo original. Al observar el comportamiento depredador de *C. malaccensis*, se evidenció que atacaba todas las etapas de desarrollo de *S. pontifica*, aunque las fases inmaduras de la presa eran consumidas con mayor facilidad que

los adultos (Si, 1997). Asimismo, los adultos de *C. malaccensis* capturaron a las hembras de *S. pontifica* con mayor frecuencia que a los machos.

La alta densidad de ácaros, combinada con la presencia de especies altamente abundantes, subraya el riesgo significativo para la salud. Las altas concentraciones de ácaros en alimentos como la avena y el trigo, así como en condimentos como la paprika, aumentan el riesgo de exposición a los alérgenos producidos por estos ácaros. Y en consecuencia las personas con asma, rinitis alérgica o sensibilizadas pueden experimentar exacerbaciones a la presencia de estos alérgenos en su dieta (García et al, 2016; Senba et al., 2020).

Estos hallazgos confirman que la alta prevalencia de ácaros en alimentos almacenados no es un fenómeno aislado, sino una preocupación global que afecta a diversas categorías de productos. La infestación de ácaros, por lo tanto, resalta la necesidad urgente de implementar controles eficaces para prevenir y gestionar este problema en los alimentos.

Una de las principales causas de esta infestación está relacionada con las condiciones ambientales en las despensas. Factores como la temperatura promedio de $29.93 \pm 2.63^{\circ}\text{C}$ y la humedad relativa de $69.73 \pm 9.6\%$ (según el cuadro 11) son ideales para el crecimiento y proliferación de los ácaros. La combinación de estas condiciones, cálidas y húmedas, crea un entorno propicio para su reproducción y desarrollo, favoreciendo su alta densidad en alimentos y condimentos almacenados. De esta manera, la contaminación por ácaros no solo es el resultado de la presencia de estos organismos, sino también del ambiente en el que se encuentran, lo que hace aún más urgente el control de las condiciones de almacenamiento para prevenir estos riesgos.

Según Colloff 1987, la presencia de ácaros es común en condiciones cálidas y húmedas, con temperaturas entre 25 y 35 °C y una humedad relativa por encima del 65%, ya que encuentran el entorno adecuado para prosperar: En Panamá, las temperaturas promedio máximas y mínimas varían entre los 33.1 y 22.5°C (Instituto de Meteorología e Hidrología de Panamá, 2022-2023), y una humedad relativa media anual del 75.7% (Empresa de transmisión eléctrica S. A., 2012). En nuestro estudio los datos de temperatura y humedad relativa en las despensas presentaron un promedio de 29.93 °C y 69.73% de humedad, lo que explica la alta densidad de ácaros por gramo de muestra.

XII. CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES

Las conclusiones de este estudio reflejan la importancia de comprender la diversidad de ácaros en alimentos y condimentos.

- La prevalencia de alimentos contaminados con ácaros fue del 22.79%, y la de condimentos fue del 10.29%, obteniendo una prevalencia total de 16.78% de alimentos y condimentos contaminados con ácaros.
- La avena, el trigo (harina de trigo) y el maíz (incluyendo crema de maíz y harina de maíz) fueron los alimentos más frecuentemente contaminados.
- La paprika fue el condimento con mayor densidad de ácaros por gramo de muestra.
- La especie de ácaro más abundante y por ende la más importante en alimentos y condimentos muestreados en Panamá y Panamá Oeste fue *Suidasia pontifica*.
- La familia con mayor riqueza de especies fue Acaridae con dos especies (*T. putrescentiae* y *Cosmoglyphus* sp.).
- Las despensas muestreadas presentaban las condiciones óptimas de temperatura y humedad relativa para la proliferación de ácaros.
- Los resultados de este estudio indican que, con una prevalencia de 16.78%, existe una población en riesgo de sufrir sensibilización o alergias debido a la ingesta de alimentos y condimentos contaminados con ácaros.

XIII. CAPÍTULO 7. RECOMENDACIONES

Las siguientes recomendaciones están elaboradas para mitigar la contaminación por ácaros en alimentos y condimentos:

- Realizar estudios que permitan determinar los puntos de contaminación a lo largo de la cadena de suministro.
- Implementar controles de calidad más rigurosos para prevenir la contaminación de los alimentos y condimentos antes de que lleguen al consumidor.
- Implementar prácticas adecuadas de almacenamiento, como el uso de envases herméticos y la rotación de productos.
- Incentivar la investigación sobre métodos de conservación que reduzcan la presencia de ácaros.
- La educación en seguridad alimentaria podría empoderar a los consumidores para que tomen decisiones informadas y adopten medidas preventivas que protejan su salud y la de sus familias.

XIV. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAGGIO, D., FIGUEI, S., FLECHTMANN, C., ZAMBON, G. & DE MIRANDA, S. (1987). Avaliação da presença de ácaros em cereais armazenador na Grande São Paulo. *Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz*, 44(1), 617-126. DOI: 10.1590/S0071-12761987000100032
- BALMES-PACIA, J. S. & CORPUZ-RAROS, L. A. (1998). Biology of *Suidasia pontifica* Oudemans (Acari: Acaridida: Suidasiidae). *Philippine Entomologist*, 12(2), 137 - 153.
- BARRERA, O. M., MURGAS, I. L., BERMÚDEZ, S., MIRANDA, R. J. (2015). Anafilaxia oral por ingestión de alimentos contaminados con ácaros en ciudad de Panamá, 2011-2014. *Revista alergia México*, 62(2), 112-117. DOI: 10.29262/ram.v62i2.71
- BARROSO, M. (2006). Instrução normativa nº 141, de 19 de dezembro de 2006. IBAMA.
- BENSOUSSAN, N., ZHUROV, V., YAMAKAWA, S., O'NEIL, C., SUZUKI, T., GRBIC, M., & GRBIC, V. (2018). The Digestive System of the Two-Spotted Spider Mite, *Tetranychus urticae* Koch, in the Context of the Mite-Plant Interaction. *Frontiers in Plant Science*. 9:1206. DOI: 10.3389/fpls.2018.01206
- BERNAL, K.J. & TUÑÓN, R.N. (2016). Diversidad de ácaros en despensas de viviendas en tres localidades de la provincia de Veraguas, Panamá. [Tesis]. *Universidad de Panamá*. 94 Pp
- BESSOT, J.C., & PAULI, G. (2011). Mite allergens: an overview. *European Annals of Allergy and Clinical Immunology*, 43(5), 141-156.
- BINOTTI, R. S., OLIVEIRA, C. H., MUNIZ, J. R., PRADO, A. P. (2001). The acarine fauna in dust samples from domestic pantries in southern Brazil. *Annals of Tropical Medicine and Parasitology*, 95(5), 539-541. DOI: 10.1080/13648590120068962.

- BRAY, J. R. & CURTIS, J. T. (1957). An Ordination of the Upland Forest Communities of Southern Wisconsin». *Ecological Monographs*, 27 (4), 325-349. DOI:10.2307/1942268.
- BRITTO, E. P. J., P. C. LOPES & G. J. DE MORAES. (2012). *Blattisocius* (Acari, Blattisociidae) species from Brazil, with description of a new species, redescription of *Blattisocius keegani* and a key for the separation of the world species of the genus. *Zootaxa*, 3479: 33-51.
- BRODY, A., MCGRATH, J & WHARTON, W. (1972). *Dermatophagoides farinae*: The Digestive System. *Journal of the New York Entomological Society*, 80(3), 152–177.
- CASTILLO, J., ANGELES, G. & FERNÁNDEZ-CALDAS, E. (2022). Importancia de los alérgenos en el asma. En: Ángeles, G. & Torres, J. Abordaje multidisciplinario de las enfermedades alérgicas. *Alérgicas*. pp. 93-100.
- CLÍNICA UNIVERSIDAD DE NAVARRA. (s.f.). Alergia. *En Diccionario médico de la Clínica Universidad de Navarra*.
- CLÍNICA UNIVERSIDAD DE NAVARRA. (s.f.). Sensibilización. *En Diccionario médico de la Clínica Universidad de Navarra*.
- COLOMÉ, M. (2022). Epidemiología de las enfermedades alérgicas a nivel mundial. En: Ángeles, G. & Torres, J. Abordaje multidisciplinario de las enfermedades alérgicas. *Alérgicas*. p. 9-14.
- COLLOFF, M. J. (1987). Effects of temperature and relative humidity on development times and mortality of eggs from laboratory and wild populations of the European house-dust mite *Dermatophagoides pteronyssinus* (Acari: Pyroglyphidae). *Experimental & Applied Acarology*, 3(4), 279-289. DOI: 10.1007/BF01193165

- COLLOFF, M. J. (2009). Dust mites. CSIRO Publishing. Australia. 600 pp.
- CORPUZ-RAROS, LEONILA & SABIO, G. & VELASCO-SORIANO, M. (1988). Mites associated with stored products, poultry houses and house dust in the Philippines. *Philippine Entomologist*, 7. 311-321.
- CUI, Y., WANG, Q & JIA, H. (2018). Consideration of methods for identifying mite allergens. *Clinical and Translational Allergy*, 8, 14. DOI: 10.1186/s13601-0180200-4
- DE LILLO, E., DI PALMA, A. & NUZZACI, G. (2001). Morphological adaptations of mite chelicerae to different trophic activities (Acari). *Entomologica*. 35, 125-180. DOI: 10.15162/0425-1016/735
- DE LOS MOZOS, M. (1997). Plagas de los productos almacenados. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa*, 20, 93-109.
- DE SOUSA, J., GONDIM, G., BARROZ, R., & OLIVEIRA, J. (2005). Ácaros em produtos armazenados comercializados em supermercados e feiras livres da cidade do Recife. *Neotropical Entomology*, 34(2), 303–309. DOI: 10.1590/S1519566X2005000200019
- DHOORIA, M. S. 2016. Fundamentals of Applied Acarology. Springer, Singapore. 1-470.
- DÍAZ, Y. & ALMAGUEL, L. (2015). Comunidad de ácaros depredadores asociados a los productos almacenados. *Fitosanidad*, 19(1), 57-64.
- EMPRESA DE TRANSMISIÓN ELÉCTRICA S. A. (ETESA). (2012). Caracterización climática para los distritos de Panamá y San Miguelito, según los datos suministrados por la Estación Meteorológica Tocumen.

ERIKSSON, T. L., JOHANSSON, E., WHITLEY, P., SCHMIDT, M., ELSAYED, S., & VAN HAGE-HAMSTEN, M. (1998). Cloning and characterisation of a group II allergen from the dust mite *Tyrophagus putrescentiae*. *European Journal of Biochemistry*, 251(1-2), 443–447. DOI: 10.1046/j.1432-1327.1998.2510443.x

ESTRADA-PEÑA, A. (2015). Orden Ixodida: Las garrapatas. *Revista IDE@-SEA*, 13, 1-15.

ESTRIBÍ, S., RECINOS, A., MURGAS, I. & MIRANDA, R. (2018). Ácaros domésticos (Arachnida: Acari) asociados a pisos de recámaras en dos localidades de la provincia de Chiriquí, Panamá. *Tecnociencia*, 20(2), 115-133.

EVANS, G. O. (1992). Principles of Acarology. *Wallingford: CAB International*, pp. 1-563.

FAIN, A., & PHILIPS, J. R. (1978). Notes on the genus *Suidasia* Oudemans, 1905 with descriptions of a new species from Australia (Acari, Astigmata, Saprogllyphidae). *International Journal of Acarology*, 4(2), 115–123. DOI: 10.1080/01647957808684031

FERNÁNDEZ-CALDAS, E., PUERTA, L. & CARABALLO, L. (2014). Mites and Allergy. Bergmann K-C, Ring J (Eds): *History of Allergy. Chemical Immunology and Allergy*, 100, 234-242. DOI: 10.1159/000358860

FERNÁNDEZ-DURO, B. I., ÁLVAREZ-CASTELLÓ, M., MATEO-MOREJÓN, M., LUIS-RODRÍGUEZ, B., & LABRADA-ROSADO, A. (2014). Ácaros del polvo como alérgenos ocupacionales en dos panaderías de La Habana, Cuba. *Revista Alergia México*, 61(4), 281-287. DOI: 10.29262/ram.v61i4.1

FERRAGUT PÉREZ, F. (2015). Orden Prostigmata. *Revista IDE@-SEA*, 14, 1-8.

FRANZ, J-TH., MASUCH, G., MUSKEN, H. & BERGMANN K-CH. (1997). Mite fauna of German farms. *Allergy*, 52, 1233-1237. DOI: 10.1111/j.13989995.1997.tb02529.x

- GAD, M. E. G., METWALLY, A. M., & BREAM, A. S. M. (2020). Some Astigmatid, Prostigmatid and Cryptostigmatid Mites Inhabiting some Stored Products at El-Sharqia 22 Governorate, Egypt. *Journal of Plant Protection and Pathology*, 11(4), 215-219. DOI: 10.21608/jppp.2020.96007
- GARCÍA, M. E., SÁNCHEZ-BORGES, M., CAPRILES-HULETTB, A. & FERNÁNDEZ-CALDAS, E. (2016). Oral mite anaphylaxis mimicking acute asthma. *Allergologia et Immunopathologia*, 44(5). 484—485. DOI: 10.1016/j.aller.2016.02.005
- GEE, J. H. R. y GILLER, P. S. (1987). Organization of communities. Past and Present. Blackweel Scientific). Publication, Oxford. 576 pp. DOI: 10.1017/S026646740000496X
- GERSON, U., FAIN, A. & L. SMILEY. 1999. Further observations on the Cheyletidae (Acari), with a key to the genera of Cheyletinae and a list of all know species in the family. *Bulletin of the Royal Belgian Institute of Natural Sciences*, 69: 35- 86.
- HAMMER, Ø., HARPER, D.A.T., RYAN, P. D. 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica* 4(1): 9 pp.
- HERBOSA, R. & GARCÍA, M. (2008). Alergias: Los ácaros del polvo doméstico. *Offarm: farmacia y sociedad*, 27(4), 56-66.
- HO, C. C. & WU, C. S. (2002). Suidasia Mite Found from the Human Ear. *Formosan Entomology*, 22, 291-296.
- HO, T. M. (1996). First report of *Suidasia pontifica* (Acari: Acaridae) in milk powder. *The Southeast Asian journal of tropical medicine and public health*, 27(4), 853–854.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y CENSO (INEC). (2023). Superficie, población y densidad de población en la república, según provincia, comarca indígena, distrito y corregimiento: censos de 2000, 2010 y 2023.

INSTITUTO DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DE PANAMÁ. (2022-2023). Datos meteorológicos.

IRAOLA, V. (1998). Introducción a los ácaros (I): Descripción general y principales grupos. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa*, 23, 13-19.

IRAOLA, V. (2001). Introducción a los ácaros (II): Hábitats e importancia para el hombre. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa*, 28: 141-146.

KLIMOV, P.B. (2000). A review of acarid mites of the tribe Caloglyphini (Acaridae, Acariformes) with description of a new genus and species from Siberia and Russian Far East. *Vestnik Zoologii*, 34, 27-135.

KRANTZ, G. W. (1978). A Manual of Acarology. 2nd. ed. Oregon State University Book Stores, Inc. 509p.

KRANTZ, G.W. & WALTER, D. E. 2009. A manual of Acarology. 3th Edition. Texas Tech University Press. pp. 1-807.

LARSEN, B., MILLER, E., RHODES, M. & WIENS, J. (2017). Inordinate fondness multiplied and redistributed: the number of species on Earth and the new pie of life. *Quarterly Review of Biology*, 92(3), 229–265. DOI: 10.1086/693564

LEZCANO, J. J., MURGAS, I. L., BARRERA, O. M. & MRANDA, R. J. (2020). House dust mites (Acari: Astigmata) from mattresses in Panama. *Acarología*, 60(3), 576-586. DOI: 10.24349/acarologia/20204386

- LEZCANO, J.J., CASTILLO, L.Y., MURGAS, I.L. Y MIRANDA, R.J. (2022). Massive infestation of *Tyrophagus putrescentiae* (Astigmata: Acaridae) inside an office in City of Panama, Panama. *Acarological Studies*, 4 (1): 51-53. DOI: 10.47121/acarolstud.1004502
- LI, L. & FAN, Q. (1997). A survey of food mites from four provinces of China. *Systematic and Applied Acarology Society*. 2(1): 247-250. DOI: doi.org/10.11158/saa.2.1.38
- LINDQUIST, E. E. (1986). The world genera of tarsonemidae (acari: heterostigmata): a morphological, phylogenetic, and systematic revision, with a reclassification of family-group taxa in the heterostigmata. *Memoirs of the Entomological Society of Canada*, 118(S136), 1–517. DOI:10.4039/entm118136fv
- LINDQUIST, E. E., G. W. KRANTZ & D. E. WALTER. (2009). Classification. In A manual of Acarology, G. W. Krantz y D. E. Walter (eds.). Texas Tech University Press, Lubbock, Texas. p. 97-103.
- LINN, C., O'MALLEY, A., KHATRI, K., WRIGHT, E.M., SEBAGH, D., GRBIĆ, M., KOWAL, K. & CHRUSZCZ, M. (2024). Microscopic Menaces: The Impact of Mites on Human Health. *Int. J. Mol. Sci.* 25, 3675. DOI: 10.3390/ijms25073675
- MANSON, D.C.M. (1973). *Suidasia reticulata* (Acarina: Acaridae) a new species o mites from New Zealand. *The New Zealand Entomologist* 5 (2): 192-197.
- MARIANA, A., HO, TM., GENDEH, BS., ISKANDAR, H. & ZAINULDIN-TAIB, H. (2000). First report on sensitization to allergens of a house dust mite, *Suidasia pontifica* (Acari: Saprogllyphidae). *Southeast Asian Journal of Tropical Medicine and Public Health*, 31(4), 722-723.
- MARTÍNEZ GUTIÉRREZ, A. Z., TORRE SANTANA, P. E. DE LA, BOTTA FERRET, E. CASTRO VÁZQUEZ, M., & GONZÁLEZ MOLLINEDO, N. (2007).

Cosmoglyphus oudemansi (Zachvatkin, 1937) (Acari: Acaridae), un nuevo registro para Cuba. *Fitosanidad*, 11, 43-46.

MATSUMOTO, T. (2002). Alimentos contaminados con ácaros, posible causa de anafilaxia. Sociedad Iberoamericana de Información Científica.

MIRANDA, R., QUINTERO, D. & ALMANZA, A. (2002). House dust mites from urban and rural houses on the lowland Pacific slopes of Panama. *BioOne*, 7 (1): 23-30.

MIRANDA, R. J., BARRERA, O. M., LEZCANO, J. J., MURGAS, I. Y SÁNCHEZ-BORGES, M. (2019). Anafilaxia oral por ingestión de avena contaminada por ácaros en la ciudad de Panamá. *Revista Alergia México*, 66(4), 499-503. DOI: 10.29262/ram.v66i4.633

MORAZA, L. & Balanzategui, I. (2015). Orden Mesostigmata. *Revista IDE@-SEA*, 12, 1-16.

MORENO, A.G., OUTERELO, R., RUIZ, E., AGUIRRE, J.I., ALMODÓVAR, A.R., ALONSO, J.A., BENITO, J., ARILLO, A., BERZOSA, J., BUENCUERPO, V., CABRERO-SAÑUDO, F.J., JUANA, E.D., COSÍN, D.J., DÍAZ, J.A., ELVIRA, B., LEBORANS, G.M., MÁS, I.G., GÓMEZ, J.F., MORA, M.D., LÓPEZ, M.G., JESUS, J.B., IBÁÑEZ, M.D., MÍNGUEZ, M.E., MONSERRAT, V.J., ARAÚJO, B.M., ORNOSA, C., PIÑÓN, C.P., PARDOS, F., TRIS, J.P., ZABALLOS, J.P., DELGADO, F.P., RAMÍREZ, Á., ROMÁN, P.R., ROLDÁN, C., SANTOS, T., SUBÍAS, L.S., TELLERÍA, J.L., TRIGO, D., VÁZQUEZ, M.Á., MARTÍN, C.A., ARRIERO, E., & CANO, J. (2012). Prácticas de Zoología. Estudio y diversidad de los Artrópodos. Quelicerados y Miriápodos. *Reduca (Biología). Serie Zoología*. 5 (3): 28-41.

MORENO, C. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. *M&T-Manuales y Tesis SEA*, 1, 1-84.

- MORENO, L., CARABALLO, L. & PUERTA, L. (1995). Importancia médica de los alérgenos de ácaros domésticos. *Biomédica*, 15(2), 93-103. DOI: 10.7705/biomedica.v15i2.865
- MOTHES-WAGNER, U. (1985). Fine structure of the 'hindgut' of the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae*, with special reference to origin and function. *Experimental & Applied Acarology*, (1) 253-272.
- MULLEN G. & DURDEN L. (2009). Medical and veterinary entomology. 2nd ed. USA: Academic Press. 1-794 p.
- MURGAS, D. & DUTARY, S. (2014). Diversidad de ácaros (Arachnida: Acari) en habitaciones de personas alérgicas en Ciudad de Panamá, Panamá. Tesis de licenciatura, Escuela de Biología, Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología, Universidad de Panamá: 91 pp.
- NUZZACI, G., & ALBERTI, G. (1996). Internal anatomy and physiology. In: E.E. Lindquist, M.W. Sabelis, J. Bruin (Eds.). *World crop pests* (6, pp. 101-150). DOI: 10.1016/S1572-4379(96)80006-6
- NORTON, R. A., & BEHAN-PELLETIER, V. M. (2009). Oribatida. Chapter 15. A Manual of Acarology. Texas Tech University Press, Lubbock, 430-564.
- CONNOR, B. M. (2009). Cohort Astigmatina. In A manual of Acarology, G. W. Krantz y D. E. Walter (eds.). Texas Tech University Press, Lubbock, Texas. p. 565-657.
- OLSEN, A. R. (1982). Mites and other filth in dried shrimp imported into the United States from the Orient. *Journal of Food Protection*. 45(13):1204-1207. DOI: 10.4315/0362-028X-45.13.1204

- PADILLA, F. & CUESTA, A. (2003). Subfilo Quelicerados. Clase Merostomados. Clase Picnogónidos. Clase Arácnidos. Orden Ácaros (Ácaros y Garrapatas). Anatomofisiología de Ácaros y Garrapatas. Ejemplos de Interés. Sinopsis Taxonómica de los quelicerados. *Zoología Aplicada*, 247-259.
- PASTOR, C. (2022). Actualización del estudio inmunológico y molecular de las enfermedades alérgica. En: Ángeles, G. & Torres, J. Abordaje multidisciplinario de las enfermedades alérgicas. *Alérgicas*. p. 31.
- PLA, L. (2006). Biodiversidad: Inferencia basada en el índice de Shannon y la riqueza. *Interciencia*, 31(8), 583-590.
- PUERTA, L., FERNÁNDEZ-CALDAS, E. & CARABALLO, L. (2008). Ácaros domésticos. En: Asma. García, E. & L. Caraballo (Eds.). Editorial Medica Internacional LTDA Bogotá, Colombia. 123 -132.
- RAMOS, J., RODRIGUEZ, Y. & PALMERO, M. (2016). La fauna de insectos y ácaros asociados a almacenes de alimentos en la provincia de Sancti Spíritus. *Fitosanidad*, 20(1), 13-19.
- RING, J. (2014). What is allergy. In: Akdis, C A; Agache, I. EAACI Global Atlas of Allergy. Zurich: European Academy of Allergy and Clinical Immunology. pp. 2-3. DOI: 10.5167/uzh-140934
- RODRÍGUEZ, J. (2001). *Ecología*. Ediciones Pirámide. Madrid. 411 pp.
- SALLENT, L., SOLDEVILA, L., ROURE, S., MARTÍNEZ, A. & VALLES, X. (2022). Enfermedades transmitidas por picaduras de garrapatas. *FMC - Formación Médica Continuada en Atención Primaria*. 29(8), 422-429. DOI: 10.1016/j.fmc.2022.01.013

- SALMERÓN, A. GEADA, G. & FAGILDE, M. (2017). Propuesta de un índice de diversidad funcional: Aplicación a un bosque semidecíduo micrófilo de Cuba Oriental. *Bosque (Valdivia)*, 38(3), 457-466. DOI: 10.4067/S0717-92002017000300003
- SÁNCHEZ-BORGES, M., SUÁREZ-CHACON, R., CAPRILES-HULETT, A., CABALLERO-FONSECA, F., IRAOLA, V., & FERNÁNDEZ-CALDAS, E. (2009). Pancake syndrome (Oral Mite Anaphylaxis). *World Allergy Organization Journal*, 2(5), 91–96. DOI: 10.1186/1939-4551-2-5-91
- SÁNCHEZ-BORGES, M., SUÁREZ-CHACON, R., CAPRILES-HULETT, A., CABALLERO-FONSECA, F. & FERNÁNDEZ-CALDAS, E. (2013). Anaphylaxis from ingestion of mites: Pancake anaphylaxis. *Journal Allergy Clinical Immunology*, 131(1), 31-35. DOI: 10.1016/j.jaci.2012.09.026
- SÁNCHEZ-BORGES, M., & FERNANDEZ-CALDAS, E. (2015). Hidden allergens and oral mite anaphylaxis: the pancake syndrome revisited. *Current Opinion in Allergy and Clinical Immunology*, 15(4), 337–343. DOI: 10.1097/ACI.0000000000000175
- SÁNCHEZ-BORGES, M., FERNANDEZ-CALDAS, E., THOMAS, W. R., CHAPMAN, M. D., LEE, B. W., CARABALLO, L., ACEVEDO, N., CHEW, F. T., ANSOTEGUI, I. J., BEHROOZ, L., PHIPATANAKUL, W., GERTH VAN WIJK, R., PASCAL, D., ROSARIO, N., EBISAWA, M., GELLER, M., QUIRCE, S., VRTALA, S., VALENTA, R., OLLERT, M., ... CAPRILES-HULETT, A. (2017). International consensus (ICON) on: clinical consequences of mite hypersensitivity, a global problem. *World Allergy Organization journal*, 10(1), 14. DOI: 10.1186/s40413-017-0145-4
- SÁNCHEZ-BORGES, M., CAPRILES-HULETT, A., & FERNANDEZ-CALDAS, E. (2020). Oral mite anaphylaxis: who, when, and how? *Current opinion in allergy and clinical immunology*, 20(3), 242–247. DOI: 10.1097/ACI.0000000000000624

- SANTAMARIA, E., MARTÍNEZ, M., DÍAZ, I & ORTEGO, F. (2022). Fisiología digestiva de ácaros fitófagos: potencial diana para su control. *Boletín de la Sociedad Española de Entomología Aplicada*, 6(45-49).
- SENBA, S., TSUJI, T., KIKUCHI, R., IWAI, Y., KAWAGOE, J., NAKAMURA, H., & AOSHIBA, K. (2020). Oral mite anaphylaxis after ingestion of Korean pancake. *Respiratory medicine case reports*, 30, 101026. DOI: 10.1016/j.rmcr.2020.101026
- SI, A.T. (1997). Host range, consumption rate and feeding habits of the predatory mite *Cheyletus malaccencis* Oudemans (Acari: Cheyletidae). *Unpublished Philippines*.58 p.
- SINGER, G. (1967). A comparison between different mounting techniques commonly employed in Acarology. *Acarologia*, IX (3), 475-484.
- SLAVIN, J. (2004). Whole grains and human health. *Nutrition Research Review*, 17, 99-110. DOI: 10.1079/NRR200374
- SUESIRISAWAD, S., MALAINUAL, N., TUNGTRONGCHITR, A., CHATCHATEE, P., SURATANNON, N., & NGAMPHAIBOON, J. (2015). Dust mite infestation in cooking flour: experimental observations and practical recommendations. *Asian Pacific journal of allergy and immunology*, 33(2), 123–128. DOI: 10.12932/AP0484.33.2.2015
- TANG, J. C., WONG, S. F., MAK, J. W., & HO, T. M. (2011). Antigenic profile of *Blomia tropicalis*, *Aleuroglyphus ovatus* and *Glycycometus malaysiensis*. *Tropical biomedicine*, 28(2), 223–236.
- TAKAHASHI, K., TANIGUCHI, M., FUKUTOMI, Y., SEKIYA, K., WATAI, K., MITSUI, C., TANIMOTO, H., OSHIKATA, C., TSUBURAI, T., TSURIKISAWA, N., MINOGUCHI, K., NAKAJIMA, H., & AKIYAMA, K. (2014). Oral mite anaphylaxis

- caused by mite contaminated okonomiyaki/ pancake-mix in Japan: 8 case reports and a review of 28 reported cases. *Allergology international: official journal of the Japanese Society of Allergology*, 63(1), 51–56. DOI: 10.2332/allergolint.13-OA-0575
- TEE R. D. (1994). Allergy to storage mites. *Clinical and experimental allergy: journal of the British Society for Allergy and Clinical Immunology*, 24(7), 636–640. DOI: 10.1111/j.1365-2222.1994.tb00967.x
- TENG, F. X., HUANG, H. F., GE, D. Z., YU, L. L., XU, C., & CUI, Y. B. (2020). *Tyrophagus putrescentiae* group 4 allergen allergenicity and epitope prediction. *Allergologia et Immunopathologia*, 48(6), 619–625. DOI: 10.1016/j.aller.2020.02.006
- THIND, B.B., CLARKE P.G. (2001). The occurrence of mites in cereal-based foods destined for human consumption and possible consequences of infestation. *Experimental and Applied Acarology*, 25(3), 203-215. DOI: 10.1023/a:1010647519044
- TOVEY E., CHAPMAN M. & PLATTS-MILLS T. (1981a). Mite faeces are a major source of house dust allergens. *Nature*, 289(5798):592-593. DOI: 10.1038/289592a0.
- TOVEY, E. R., CHAPMAN, M. D., WELLS, C. W., & PLATTS-MILLS, T. A. (1981b). The distribution of dust mite allergen in the houses of patients with asthma. *The American Review of Respiratory Disease*, 124(5), 630–635. DOI: 10.1164/arrd.1981.124.5.630
- TSENG, YI-HSIUNG. (1978). Studies of mites infesting stored products in Taiwan. pp. 311-315. In: J. G. Rodriguez, Ed., *Recent Advances in Acarology*, Vol. 1. NewYork: Academic Press Inc.
- VAN REE, R. (2014). Allergens – structure and function. In: Akdis, C A; Agache, I. EAACI Global Atlas of Allergy. Zurich: European Academy of Allergy and Clinical Immunology. pp. 6-8. DOI: doi.org/10.5167/uzh-140934

- VIÑUELA, E., ADAN, A., DEL ESTAL, P., MARCO, V. & BUDIA, F. (1993). Plagas de los productos almacenados. Hojas Divulgadoras. Núm. 1/93 HD. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. MAPA. Madrid. 32 pp.
- VOGEL P., MORELO DAL BOSCO, S. & JUAREZ FERLA, N. (2015). Mites and the implications on human health. *Nutrición Hospitalaria*, 31(2), 944-951.
- WALTER, D. E., & PROCTOR H. C. (2013). Mites: Ecology, Evolution & Behaviour—life at a microscale. *Springer*, New York. pp. 1-494. DOI:10.1007/978-94-007-7164-2
- WHO/IUIS Allergen Nomenclature Sub-Committee. Allergen Nomenclature. <https://allergen.org/search.php>. Accesado en marzo de 2024
- ZHANG, Z. Q. (2013). Phylum Arthropoda. In: Zhang, Z.-Q. (Ed.) Animal Biodiversity: An Outline of Higher-level Classification and Survey of Taxonomic Richness (Addenda 2013). *Zootaxa*, 3703, 1–82. DOI: 10.11646/zootaxa.3703.1.1
- ZHANG, Z. Q., SCHATZ, H., PFINGSTL, T., GOLDSCHMIDT, T., MARTIN, P., PEŠIĆ, V., RAMÍREZ, M., SCHMIDT, K. H., FAN, Q. H., MIRONOV, S., SEEMAN, O., & HALLIDAY, B. (2021). Discovering and documenting Acari: the first twenty years in *Zootaxa*. *Zootaxa*, 4979(1), 115130.

XV. ANEXOS

Cuadro 1. Estadios de vida de los diferentes ordenes de ácaros							
Estadios	Orden						
	Opilioacarida	Holothyrida	Ixodida	Mesostigmata	Trombidiformes	Sarcoptiformes	
Huevo	P	P	P	P/A	P	P	
Prelarva	P/A	A	A	P/A	P/A	P/A	
Larva	P	P	P	P	P/A	P	
Ninfa	Protoninfa	P	P	P*	P	P/A	P
	Deutoninfa	P	P		P	P	P
	Tritoninfa	P/A	P		A	P/A	P
Adulto	P	P	P	P	P	P	

* Ixodida presenta solo un estadio ninfal.

Nota. Modificado de Dhooria, 2016; Moraza & Balanzategui, 2015; Ferragut, 2015; Estrada-Peña, 2015; Walter & Proctor, 2013; Iraola, 1998.

Cuadro 2. Hábitats y hábitos alimenticios de los ácaros				
Categoría		Hábitat		Hábitos Alimenticios
Ácaros de forma de vida libre (no parásitos)	Depredadores	Suelo	Superficie del suelo, musgos, humus, excrementos	Pequeños artrópodos, nematodos
		Partes aéreas de plantas	Aéreas de plantas	Ácaros fitófagos, otros artrópodos
		Productos almacenados	Productos almacenados	Ácaros que se alimentan de productos almacenados
		Litoral marino y zona intersticial	Litoral marino, zonas intersticiales	Invertebrados que se alimentan de materia orgánica acumulada
		Agua	Ambientes acuáticos	Otros ácaros, pequeños crustáceos, isópodos, insectos
	Especies fitófagas	Subterráneas	Raíces, bulbos de plantas	Absorción de contenido celular o trituración del tejido vegetal
		En partes aéreas de plantas	Aéreas de plantas	Succión del contenido celular a través de estiletes en la epidermis
		En productos almacenados	Productos almacenados	Productos almacenados y hongos
	Especies micófagas	Micófagas	Diversos hábitats, incluidos suelos y materiales orgánicos en descomposición	Hongos
	Especies saprófagas	Macrofitófagos	Materia vegetal muerta, madera	Materia vegetal muerta y madera
		Microfitófagos	Hongos, bacterias, algas	Hongos, bacterias, algas
		Panfitófagos	Variedad de materia orgánica	Diversos tipos de materia orgánica
	Especies parásitas	Ectoparásitas	De vertebrados	En vertebrados (murciélagos, armadillos, pájaros, reptiles, roedores, primates)
De invertebrados			En invertebrados (moluscos, arácnidos, insectos)	Tejidos y fluidos del hospedador
Endoparásitas		De vertebrados	En cavidades nasales, pulmones, tejido subcutáneo, estómago de murciélagos	Tejidos internos, fluidos corporales
		De invertebrados	En invertebrados (abejas, ortópteros, himenópteros, lepidópteros, crustáceos)	Tejidos internos, fluidos corporales

Nota. Modificado de Iraola, 2001.

Cuadro 3. Definición de términos frecuentemente utilizados en alergias	
Sensibilidad	Respuesta normal a un estímulo.
Hipersensibilidad	Respuesta anormalmente fuerte a un estímulo.
Sensibilización	Desarrollo de una mayor sensibilidad después del contacto repetido.
Alergia	Hipersensibilidad mediada inmunológicamente que conduce a la enfermedad.
Anafilaxia	Reacción de hipersensibilidad grave, potencialmente mortal, generalizada o sistémica.

Nota. Fuente: Ring, J. (2014). Global atlas of allergy.

Cuadro 4. Viviendas muestreadas por corregimiento					
Provincia	Distrito	Corregimientos muestreados	Viviendas muestreadas	Viviendas con muestras positivas	
				Alimentos	condimentos
Panamá	Panamá	16	138	33	18
	Chepo	4	13	3	2
	San Miguelito	5	87	16	3
	Taboga	1	4	1	1
Panamá Oeste	Arraiján	7	41	8	4
	Capira	8	11	0	0
	Chame	5	7	0	0
	La Chorrera	10	24	6	0
	San Carlos	5	5	0	0
TOTAL		61	330	67	28

Cuadro 5. Prevalencia de alimentos contaminados con ácaros.			
Alimento	Total de muestras	Muestras positivas	Prevalencia (%)
Avena	91	27	29.67
Harina de trigo	119	19	15.97
Maíz	42	7	16.67
<i>Pancakes</i>	23	5	21.74
Maicena	13	3	23.08
Otros	6	6	-----
TOTAL	294	67	22.79

Cuadro 6. Prevalencia de condimentos contaminados con ácaros.			
Condimento	Total de muestras	Muestras positivas	Prevalencia (%)
Cúrcuma	14	1	7.1
Orégano	46	4	8.7
Paprika	9	4	44.4
Pimienta	28	2	7.1
Clavito de olor	5	1	20.0
Curry	30	3	10.0
Laurel	2	2	100.0
Canela	35	2	5.7
Culantro	4	1	25.0
Finas hierbas	4	1	25.0
Comino	8	1	12.5
Perejil	1	1	100.0
Sazonador	45	1	2.2
Laurel-clavo de olor	1	1	100.0
Mezcla de canela y cúrcuma	1	1	100.0
Ajo	15	1	6.7
Achiote con culantro	2	1	50.0
Otros	22	0	0
TOTAL	272	28	10.29

Cuadro 7. Densidad de ácaros/gramos en muestras de alimentos

Muestra	Muestra revisada (en gramos)	Cantidad de ácaros	Densidad (1 gramo)
Avena PA-M 04	0.11	5	46
Frijoles PA-M 150	0.11	5	48
Trigo PA-M 147	0.10	164	1606
Avena PA-M 106	0.10	4	39
Maíz PA-M 89	0.12	3	26
Pancake PA- M 8	0.13	16	122
Trigo PA-M 117	0.13	1	8
Trigo PA-M 116	0.12	1040	8989
Avena PA- M 138	0.11	9	80
Linaza PO-M 85	0.11	153	1387
Avena PO-M 2	0.10	2	20
Maíz PA-M 188	0.10	1	10
Avena PA-M 68	0.15	5	33
Trigo PA-M 15	0.03	47	1347
Avena PA-M 11	0.10	1	10
Avena PA-M 43	0.10	50	487
Avena PA-M 87	0.13	13	104
Maicena PA-M 83	0.10	2	19
Avena PA-M 82	0.11	761	7014
Pancake PA-M 81	0.10	616	5917
Pancake PA-M 81	0.10	37	360
Trigo PA-M 76	0.11	50	474
Avena PA-M 70	0.10	3	29
Trigo PA-M 41	0.11	7	67
Trigo PA-M 28	0.10	12	117
Pancake PA-M 28	0.11	133	1231
Avena PO-M 65	0.10	43	421
Trigo PO-M 65	0.10	3	30
Trigo PO-M66	0.11	76	704
Avena PO-M 66	0.10	8	78
Trigo PO-M 72	0.10	146	1408
Trigo PA-M 242	0.11	3	28
Trigo PA-M 238	0.10	4	39

Avena PA-M 236	0.10	1	10
Avena PA-M 231	0.12	39	339
Maicena PA-M 230	0.13	1	8
Maíz PA-M 64	1.00	15	15
Trigo PA-M 61	0.18	13	73
Trigo PA-M 47	0.10	1	10
Avena PA-M 91	0.16	7	45
Avena PA-M 99	0.15	3	21
Avena PA-M 158	0.17	3	18
Trigo PA-M 13	0.15	272	1782
Avena PA-M 13	0.12	6	49
Trigo PA-M 152	0.19	38	201
Avena PA-M 27	0.15	2	13
Chía PA-M 29	0.11	2	18
Trigo PA-M 29	0.11	12	114
Avena PA-M 119	0.15	3	20
Maicena PA-M 122	0.18	8	43
Maíz PA-M 122	0.15	18	122
Crema mariscos PA-M 122	0.12	54	444
Avena PA-M 87	0.13	2	16
Pancake PA-M 174	0.18	145	821
Café PO-M 2	0.12	1	8
Chía PO-M 16	0.13	5	37
Avena PO-M 13	0.12	8	67
Avena PO-M 56	0.16	1000	6361
Maíz PO-M 56	0.19	3	16
Avena PO-M 50	0.23	2	9
Avena PO-M 78	0.13	29	227
Avena PA-M 166	0.10	23	229
Avena PA-M 165	0.11	1	9
Maíz PA-M 40	0.10	150	1456
Trigo PA-M 133	0.12	1	8
Maíz PA-M 133	0.10	1	10
Trigo PA-M 132	0.10	10	96
		N° = 5302	\bar{x} = 669

Cuadro 8. Densidad de ácaros/gramos en muestras de condimento			
Muestra	Muestra revisada (en gramos)	Cantidad de ácaros	Densidad (1 gramo)
Cúrcuma PA-M 87	0.10	2	20
Orégano PA-M 147	0.11	9	82
Paprika PA-M 30	0.10	1050	10500
Paprika PA-M 138	0.10	77	770
Pimienta PA-M 49	0.05	1	20
Clavito de olor PA-M 170	0.10	2	20
Curry PA-M 170	0.10	2	20
Laurel PA-M 170	0.10	2	20
Paprika PA-M 170	0.10	1000	10000
Canela PA-M 170	0.10	1	10
Culantro PA-M 28	0.07	4	57
Orégano PO-M 08	0.10	2	20
Canela PA-M 242	0.10	1	10
Finas hierbas PA-M 238	0.10	3	30
Pimienta PA-M 236	0.11	6	55
Orégano PA-M 229	0.11	2	18
Curry PA-M 61	0.01	1	100
Comino PA-M 43	0.11	7	64
Paprika PA-M 23	0.10	1000	10000
Orégano PA-M 126	0.09	3	33
Curry PA-M 128	0.10	13	130
Perejil PA-M 157	0.18	9	50
Laurel PA-M 20	0.11	2	18
Sazonador PO-M 56	0.10	2	20
Laurel-clavo de olor PO-M 50	0.11	4	36
mezcla de canela y cúrcuma PO-M 78	0.13	11	85
Ajo PA-M 166	0.10	2	10
Achiote con culantro PA-M 162	0.10	1	10
		N° = 3219	\bar{x} = 1150

Cuadro 9. Riqueza, abundancia relativa y prevalencia de ácaros identificados en alimentos.					
Orden	Familia	Especie	Individuos	Abundancia relativa	Prevalencia (N= 294)
Sarcoptiformes	Acaridae	<i>Cosmoglyphus sp.</i>	1	0.02	0.34
Sarcoptiformes		<i>Tyrophagus putrescentiae</i>	61	1.15	2.72
Sarcoptiformes	Suidasiidae	<i>Suidasia pontifica</i>	5234	98.71	20.75
Trombidiformes	Cheyletidae	<i>Cheyletus malaccensis</i>	3	0.06	0.68
Mesostigmata	Blattisociidae	<i>Blattisocius dendriticus</i>	3	0.06	0.34

N= muestras revisadas

Cuadro 10. Riqueza, abundancia relativa y prevalencia de ácaros identificados en condimentos					
Orden	Familia	Especie	Individuos	Abundancia relativa	Prevalencia (N= 272)
Sarcoptiformes	Acaridae	<i>Tyrophagus putrescentiae</i>	15	0.47	1.84
Sarcoptiformes	Aeroglyphidae	<i>Glycycometus malaysiensis</i>	2	0.06	0.74
Sarcoptiformes	Suidasiidae	<i>Suidasia pontifica</i>	3193	99.19	8.46
Trombidiformes	Cheyletidae	<i>Cheyletus malaccensis</i>	4	0.12	1.10
Trombidiformes	Tarsonemidae	Tarsoneminae no identificado	1	0.03	0.37
Trombidiformes	Tydeidae	<i>Brachytydeus sp.</i>	1	0.03	0.37
Mesostigmata	Blattisociidae	<i>Blattisocius dendriticus</i>	1	0.03	0.37
Mesostigmata	Phytoseiidae	<i>Amblyseius largoensis</i>	2	0.06	0.74

N= muestras revisadas

Cuadro 11. Índices de diversidad en alimentos

Muestra	Taxa_S	Individuos	Dominancia_D	Shannon_H	Evenness_e^H/S	Especie dominante
Avena PA-M 04	1	5	1	0	1	<i>S. pontifica</i>
Frijoles PA-M 150	2	5	0.52	0.673	0.9801	N/A
Trigo PA-M 147	1	164	1	0	1	<i>S. pontifica</i>
Avena PA-M 106	1	4	1	0	1	<i>S. pontifica</i>
Maíz PA-M 89	1	3	1	0	1	<i>S. pontifica</i>
Pancake PA- M 8	1	16	1	0	1	<i>S. pontifica</i>
Trigo PA-M 117	1	1	1	0	1	<i>S. pontifica</i>
Trigo PA-M 116	1	1040	1	0	1	<i>S. pontifica</i>
Avena PA- M 138	1	9	1	0	1	<i>S. pontifica</i>
Linaza PO-M 85	1	153	1	0	1	<i>S. pontifica</i>
Avena PO-M 2	1	2	1	0	1	<i>S. pontifica</i>
Maíz PA-M 188	1	1	1	0	1	<i>S. pontifica</i>
Avena PA-M 68	1	5	1	0	1	<i>S. pontifica</i>
Trigo PA-M 15	2	47	0.8805	0.2374	0.634	<i>S. pontifica</i>
Avena PA-M 11	1	1	1	0	1	<i>T. putrescentiae</i>
Avena PA-M 43	1	50	1	0	1	<i>T. putrescentiae</i>
Avena PA-M 87	1	13	1	0	1	<i>S. pontifica</i>
Maicena PA-M 83	1	2	1	0	1	<i>S. pontifica</i>
Avena PA-M 82	1	761	1	0	1	<i>S. pontifica</i>
Pancake PA-M 81	1	616	1	0	1	<i>S. pontifica</i>
Pancake PA-M 81	1	37	1	0	1	<i>S. pontifica</i>
Trigo PA-M 76	1	50	1	0	1	<i>S. pontifica</i>
Avena PA-M 70	1	3	1	0	1	<i>T. putrescentiae</i>
Trigo PA-M 41	1	7	1	0	1	<i>S. pontifica</i>
Trigo PA-M 28	1	12	1	0	1	<i>S. pontifica</i>
Pancake PA-M 28	1	133	1	0	1	<i>S. pontifica</i>
Avena PO-M 65	1	43	1	0	1	<i>S. pontifica</i>
Trigo PO-M 65	1	3	1	0	1	<i>S. pontifica</i>
Trigo PO-M66	1	76	1	0	1	<i>S. pontifica</i>
Avena PO-M 66	1	8	1	0	1	<i>S. pontifica</i>
Trigo PO-M 72	1	146	1	0	1	<i>S. pontifica</i>
Trigo PA-M 242	1	3	1	0	1	<i>S. pontifica</i>
Trigo PA-M 238	1	4	1	0	1	<i>S. pontifica</i>
Avena PA-M 236	1	1	1	0	1	<i>S. pontifica</i>

Avena PA-M 231	1	39	1	0	1	<i>S. pontifica</i>
Maicena PA-M 230	1	1	1	0	1	<i>S. pontifica</i>
Maíz PA-M 64	1	15	1	0	1	<i>S. pontifica</i>
Trigo PA-M 61	1	13	1	0	1	<i>S. pontifica</i>
Trigo PA-M 47	1	1	1	0	1	<i>S. pontifica</i>
Avena PA-M 91	2	7	0.7551	0.4101	0.7535	<i>S. pontifica</i>
Avena PA-M 99	1	3	1	0	1	<i>S. pontifica</i>
Avena PA-M 158	1	3	1	0	1	<i>S. pontifica</i>
Trigo PA-M 13	1	272	1	0	1	<i>S. pontifica</i>
Avena PA-M 13	1	6	1	0	1	<i>S. pontifica</i>
Trigo PA-M 152	2	38	0.9488	0.1217	0.5647	<i>S. pontifica</i>
Avena PA-M 27	1	2	1	0	1	<i>T. putrescentiae</i>
Chía PA-M 29	1	2	1	0	1	<i>S. pontifica</i>
Trigo PA-M 29	1	12	1	0	1	<i>S. pontifica</i>
Avena PA-M 119	1	3	1	0	1	<i>S. pontifica</i>
Maicena PA-M 122	1	8	1	0	1	<i>S. pontifica</i>
Maíz PA-M 122	1	18	1	0	1	<i>S. pontifica</i>
Crema mariscos PA-M 122	2	54	0.9636	0.09222	0.5483	<i>S. pontifica</i>
Avena PA-M 87	1	2	1	0	1	<i>S. pontifica</i>
Pancake PA-M 174	2	145	0.9863	0.0412	0.521	<i>S. pontifica</i>
Café PO-M 2	1	1	1	0	1	<i>S. pontifica</i>
Chía PO-M 16	1	5	1	0	1	<i>S. pontifica</i>
Avena PO-M 13	1	8	1	0	1	<i>S. pontifica</i>
Avena PO-M 56	1	1000	1	0	1	<i>S. pontifica</i>
Maíz PO-M 56	1	3	1	0	1	<i>S. pontifica</i>
Avena PO-M 50	1	2	1	0	1	<i>C. malaccensis</i>
Avena PO-M 78	1	29	1	0	1	<i>S. pontifica</i>
Avena PA-M 166	1	23	1	0	1	<i>S. pontifica</i>
Avena PA-M 165	1	1	1	0	1	<i>S. pontifica</i>
Maíz PA-M 40	1	150	1	0	1	<i>S. pontifica</i>
Trigo PA-M 133	1	1	1	0	1	<i>S. pontifica</i>
Maíz PA-M 133	1	1	1	0	1	<i>Cosmoglyphus sp.</i>
Trigo PA-M 132	1	10	1	0	1	<i>S. pontifica</i>

Cuadro 12. Índices de diversidad en condimentos

Muestra	Taxa_S	Individuos	Dominancia_D	Shannon_H	Evenness_e ^H/S	Especie dominante
Cúrcuma PA-M 87	2	2	0.5	0.6931	1	N/A
Orégano PA-M 147	2	9	0.8025	0.3488	0.7087	<i>S. pontifica</i>
Paprika PA-M 30	3	1050	0.9943	0.02141	0.3405	<i>S. pontifica</i>
Paprika PA-M 138	1	77	1	0	1	<i>S. pontifica</i>
Pimienta PA-M 49	1	1	1	0	1	<i>T. putrescentiae</i>
Clavito de olor PA-M 170	1	2	1	0	1	<i>S. pontifica</i>
Curry PA-M 170	1	2	1	0	1	<i>S. pontifica</i>
Laurel PA-M 170	1	2	1	0	1	<i>S. pontifica</i>
Paprika PA-M 170	1	1000	1	0	1	<i>S. pontifica</i>
Canela PA-M 170	1	1	1	0	1	<i>S. pontifica</i>
Culantro PA-M 28	1	4	1	0	1	<i>S. pontifica</i>
Orégano PO-M 08	1	2	1	0	1	<i>C. malaccensis</i>
Canela PA-M 242	1	1	1	0	1	<i>S. pontifica</i>
Finas hierbas PA-M 238	1	3	1	0	1	<i>S. pontifica</i>
Pimienta PA-M 236	1	6	1	0	1	<i>S. pontifica</i>
Orégano PA-M 229	2	2	0.5	0.6931	1	N/A
Curry PA-M 61	1	1	1	0	1	<i>T. putrescentiae</i>
Comino PA-M 43	1	7	1	0	1	<i>S. pontifica</i>
Paprika PA-M 23	1	1000	1	0	1	<i>S. pontifica</i>
Orégano PA-M 126	1	3	1	0	1	<i>S. pontifica</i>
Curry PA-M 128	2	13	0.858	0.2712	0.6558	<i>S. pontifica</i>
Perejil PA-M 157	1	9	1	0	1	<i>S. pontifica</i>
Laurel PA-M 20	1	2	1	0	1	<i>S. pontifica</i>
Sazonador PO-M 56	1	2	1	0	1	<i>S. pontifica</i>
Laurel-clavo de olor PO-M 50	4	4	0.25	1.386	1	N/A
Mezcla de canela y cúrcuma PO-M 78	2	11	0.8347	0.3046	0.6781	<i>T. putrescentiae</i>
Ajo PA-M 166	1	2	1	0	1	<i>S. pontifica</i>
Achiote con culantro PA-M 162	1	1	1	0	1	<i>S. pontifica</i>

Cuadro 13. Promedio de temperatura y humedad relativa de las despensas		
	Temperatura	Humedad
Promedio	29.93 ± 2.63°C	69.73 ± 9.6%
Máxima	39°C	89%
Mínima	23°C	40%

Figura 3. Mapa señalando la provincia de Panamá (Tomado de Google Earth).

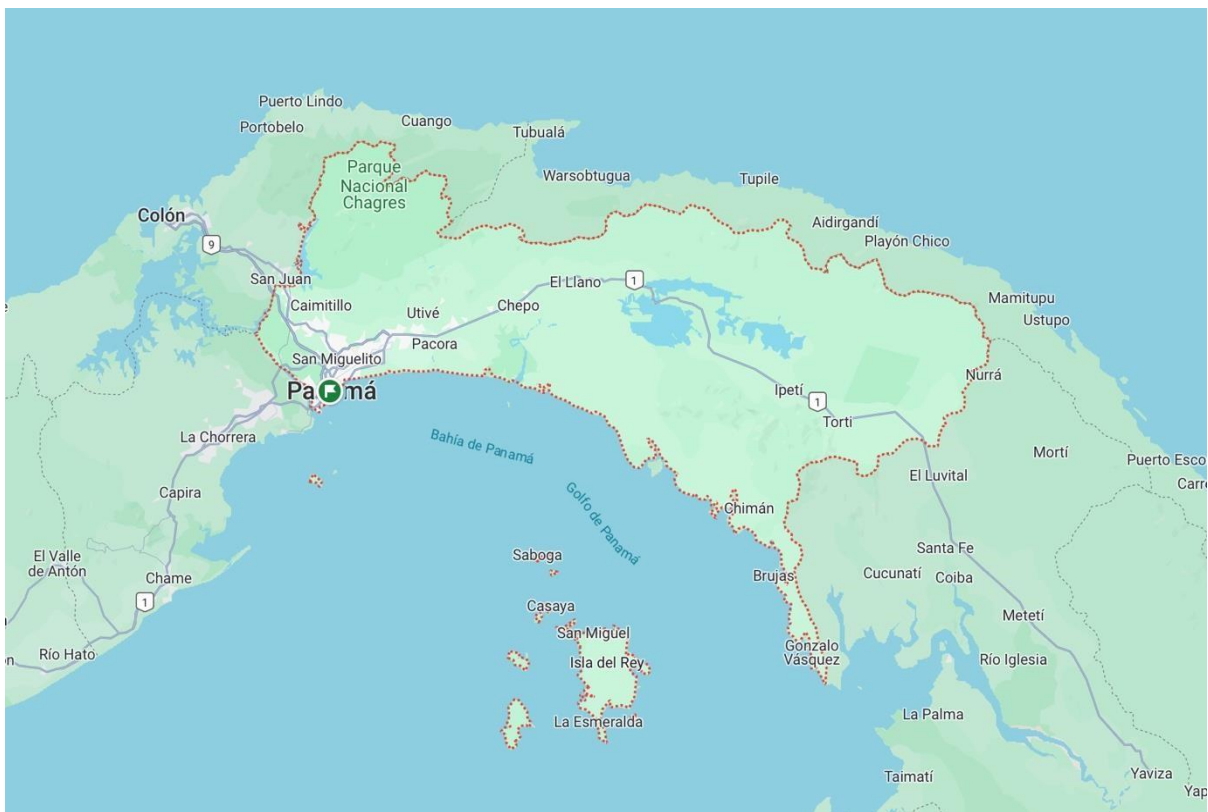


Figura 4. Mapa señalando la provincia de Panamá Oeste (Tomado de Google Earth).

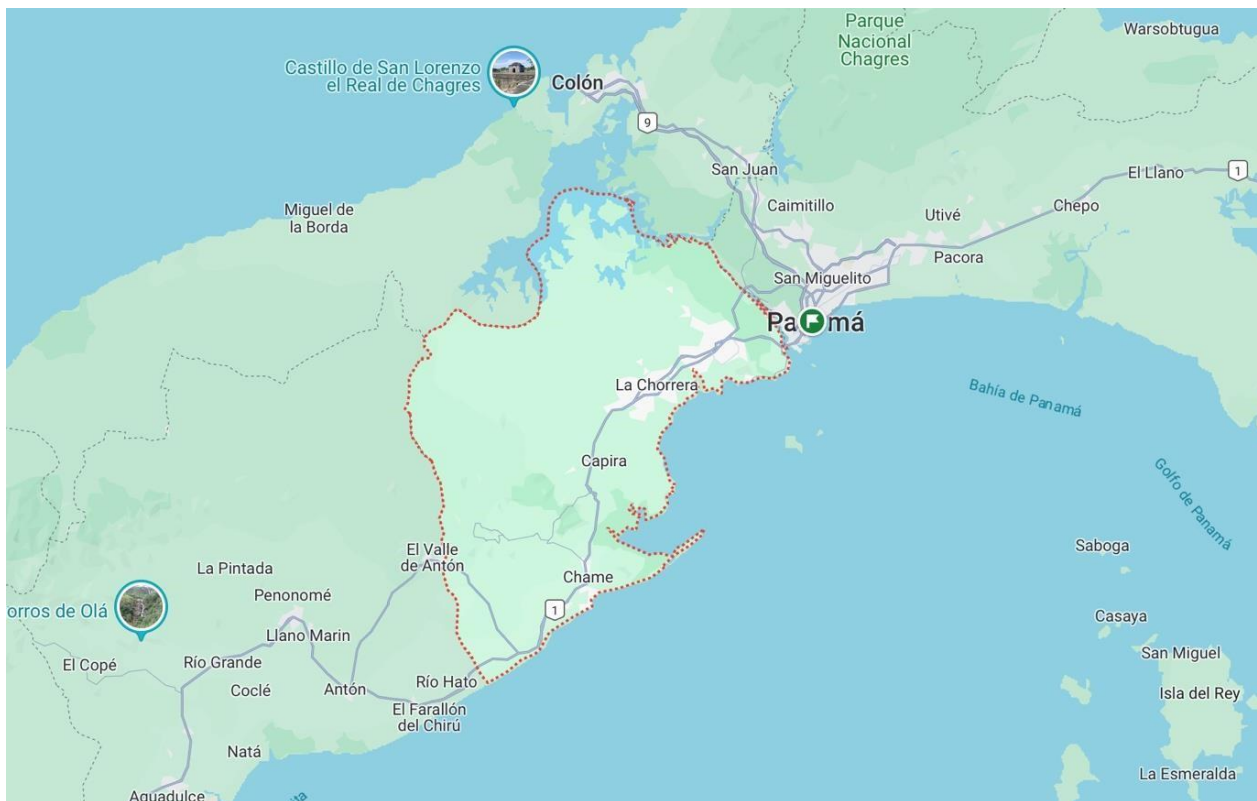


Figura 5. Pesado de muestras.



Figura 6. Preservación de la muestra pesada



Figura 7. Conteo de ácaros

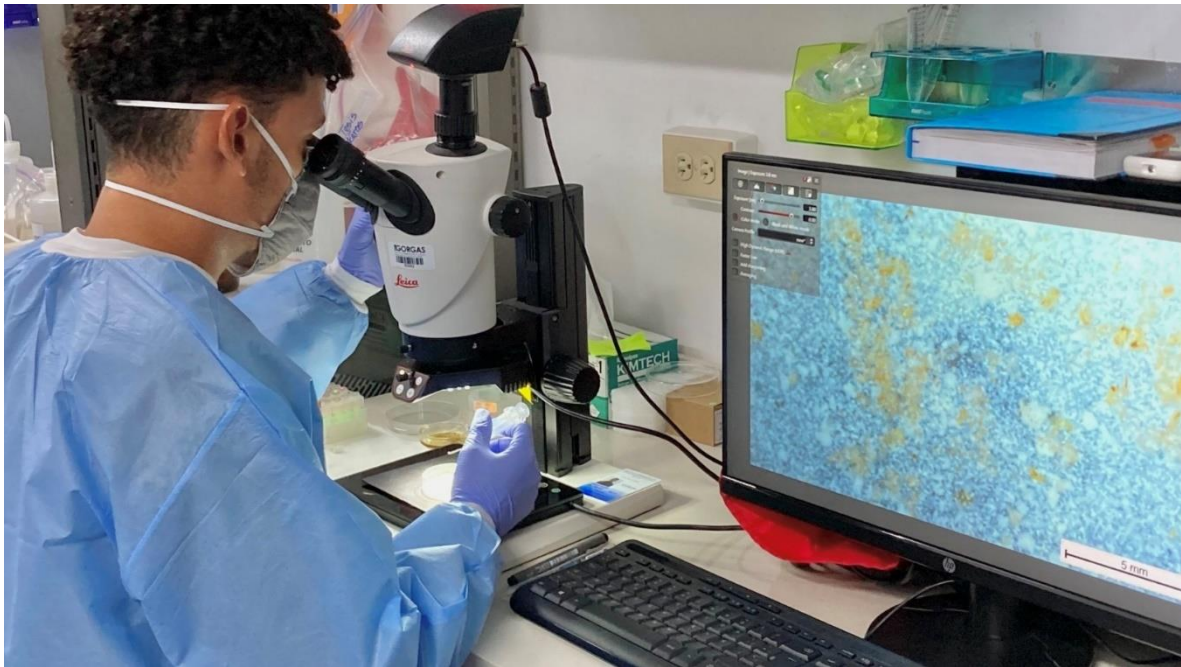


Figura 8. Montaje placas



Figura 9. Identificación de ácaros

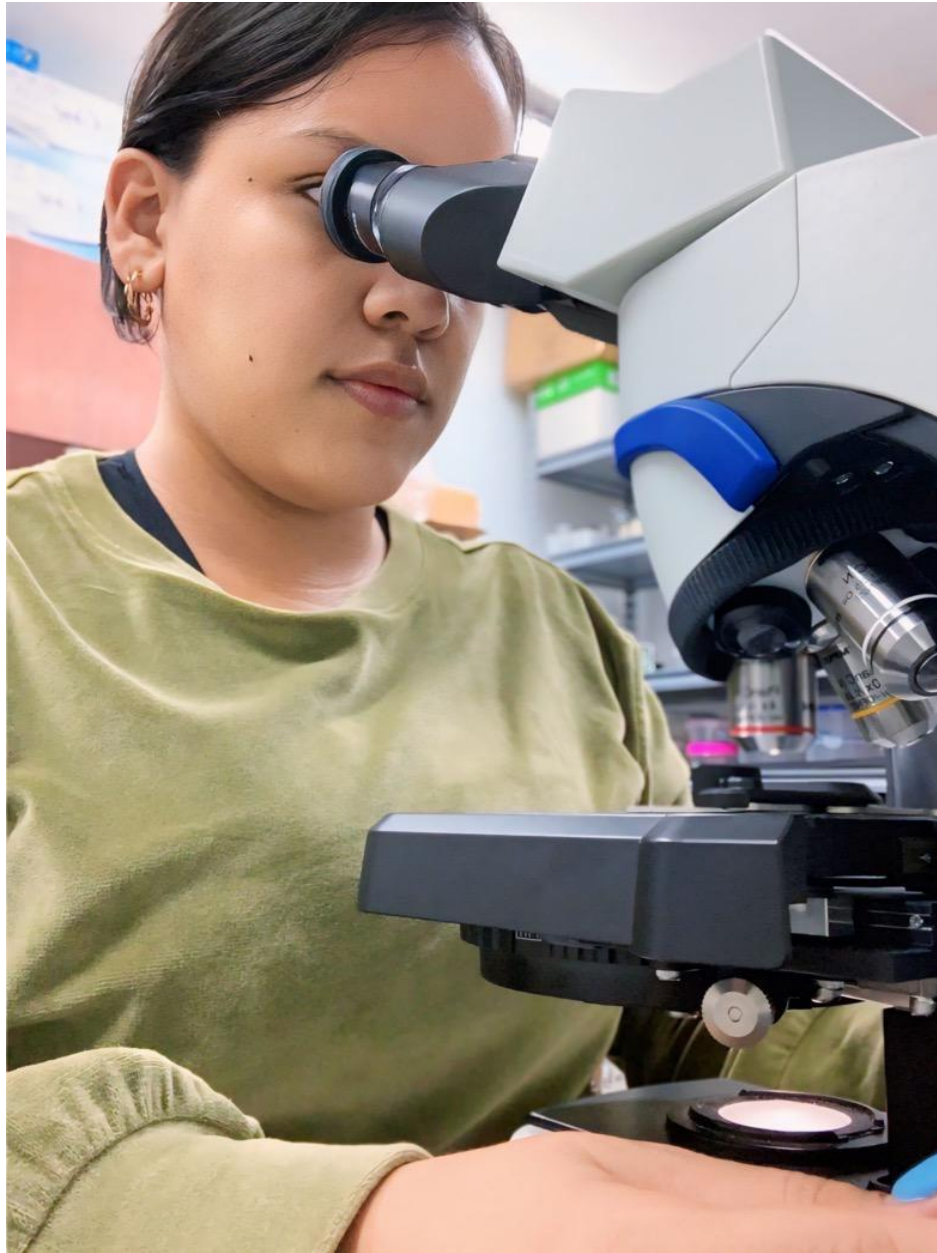


Figura 10. Macho de *S. pontifica* colectado en muestra de avena.

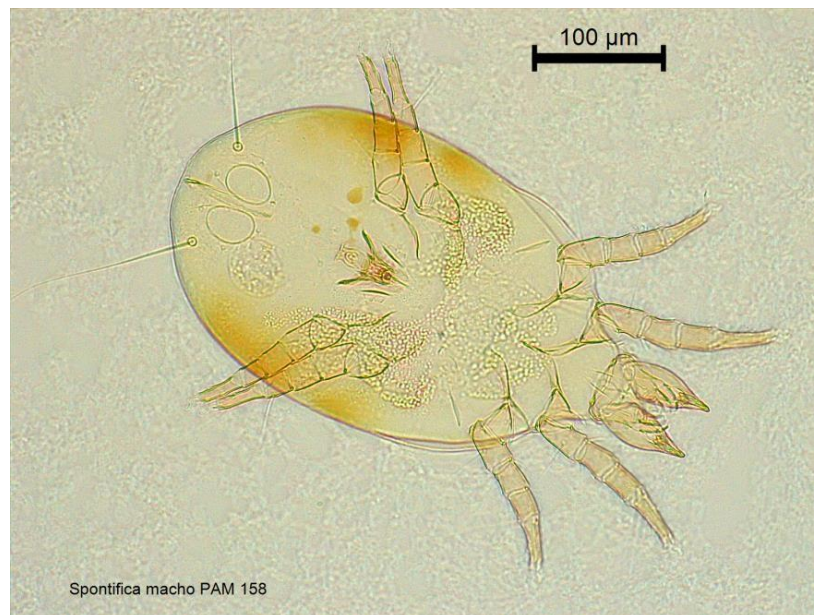


Figura 11. Hembra de *S. pontifica* colectada en muestra de avena.

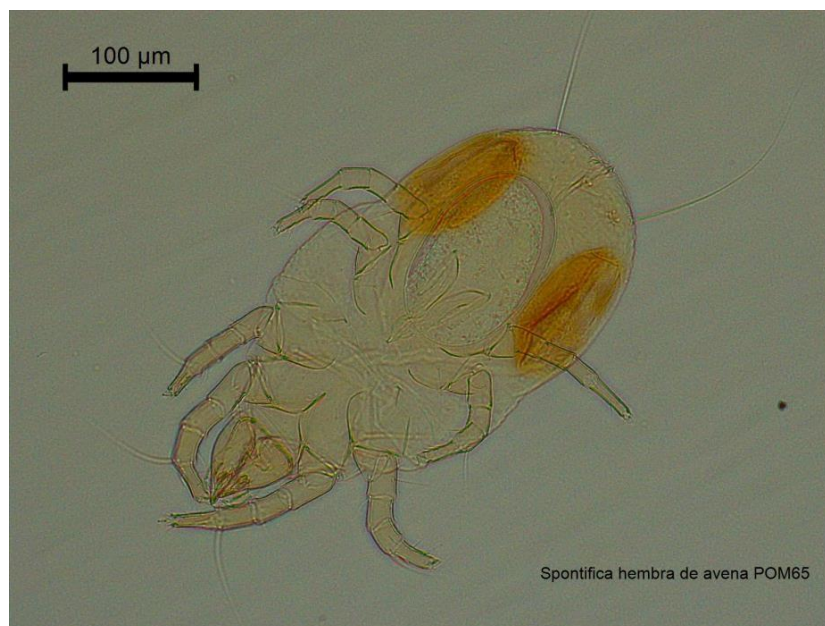


Figura 12. Tritoninfa de *S. pontifica* colectada en muestra de avena.

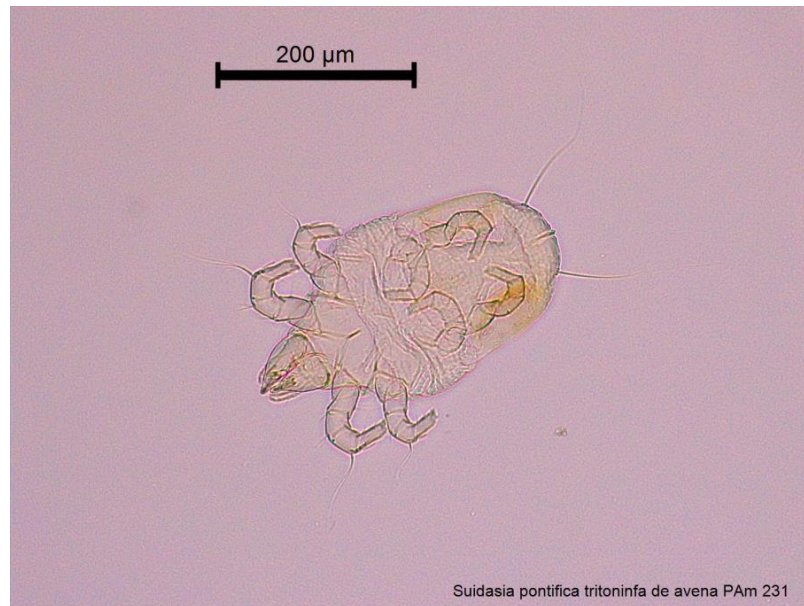


Figura 13. Familia *Tarsonemidae* colectada en muestra de orégano.



Figura 14. *Brachytydeus* sp. colectada en muestra de clavito de olor

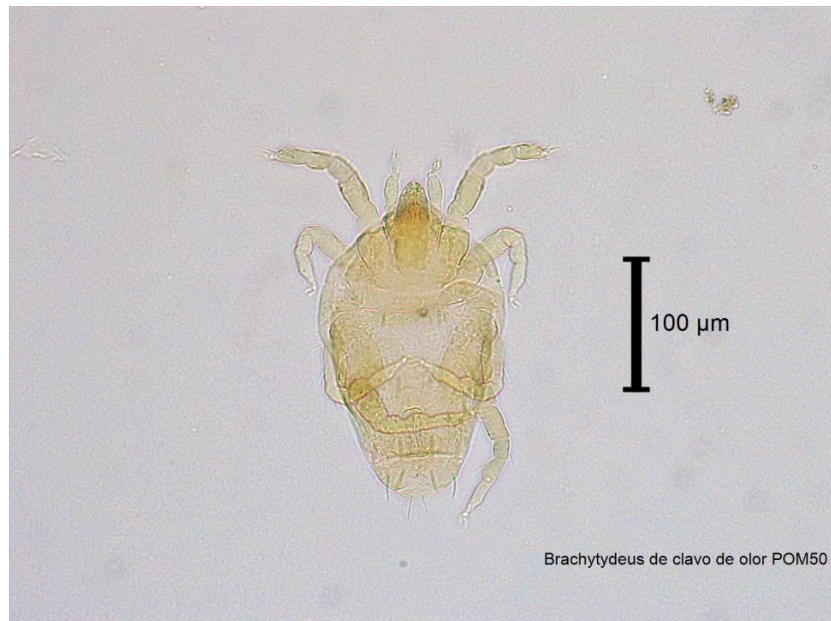


Figura 15. *Cosmoglyphus* con huevos colectada en muestra de maíz.

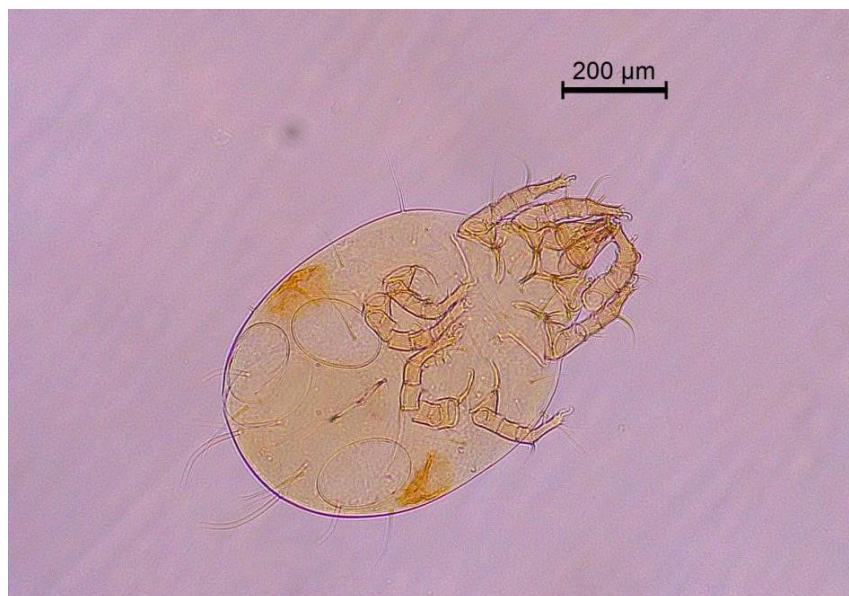


Figura 16. Hembra de *Amblyseius largoensis* (Phytoseiidae) colectada en muestra de orégano y laurel – clavo de olor.

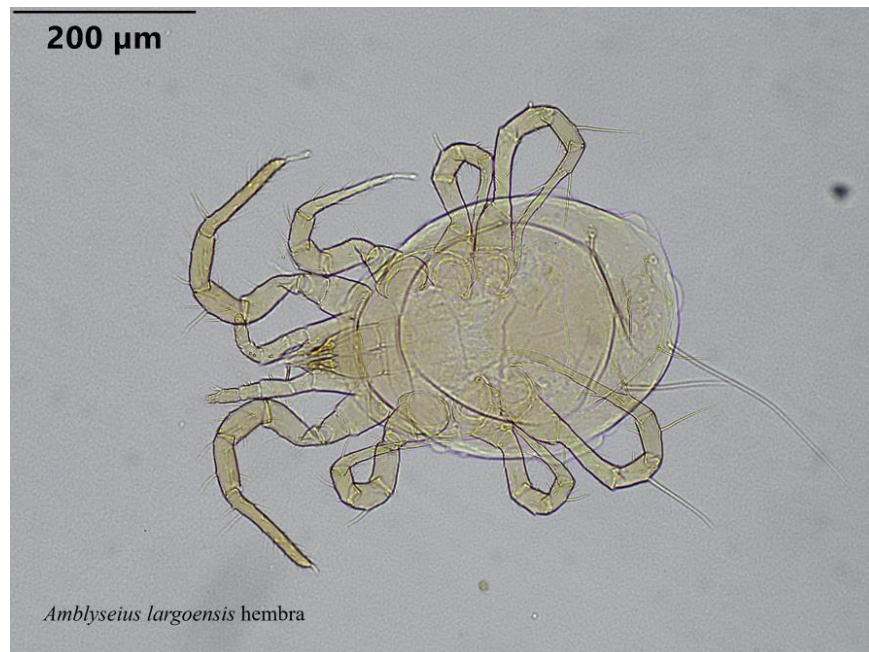


Figura 17. *Blattisocius dendriticus* (Blattisociidae) presente en muestra de cúrcuma y harina de trigo.



Figura 18. *Glycycometus malaysiensis* (Aeroglyphidae) presente en muestra de paprika y mezcla de canela y cúrcuma.



Figura 19. *Tyrophagus putrescentiae* (Acaridae) presente en muestras de alimentos y condimentos.

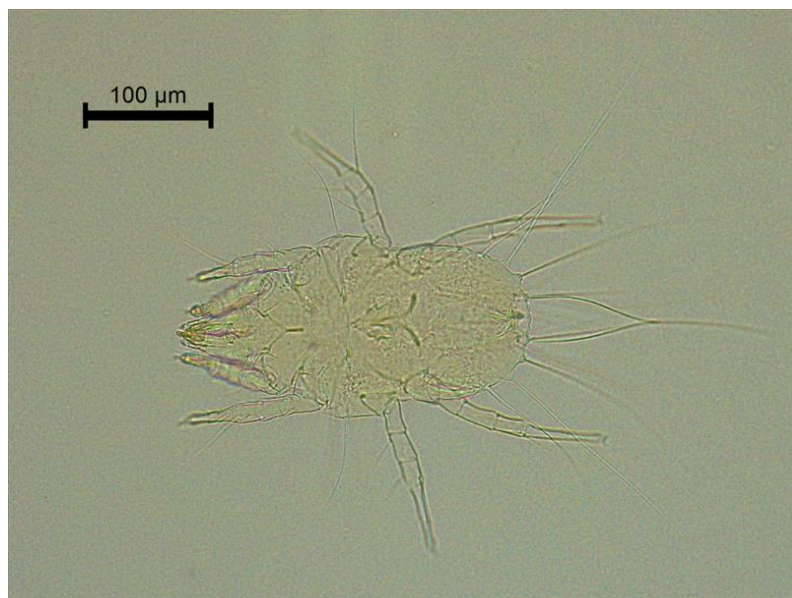


Figura 20. *T. putrescentiae* (izquierda) y *G. malaysiensis* (derecha) presente en muestras de paprika.

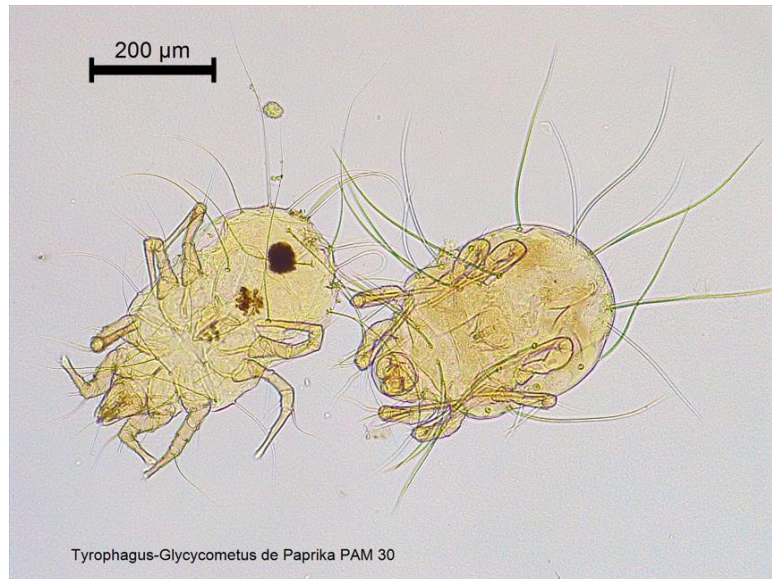


Figura 21. *Cheyletus malaccensis* (Cheyletidae) presente en muestras de alimentos y condimentos.

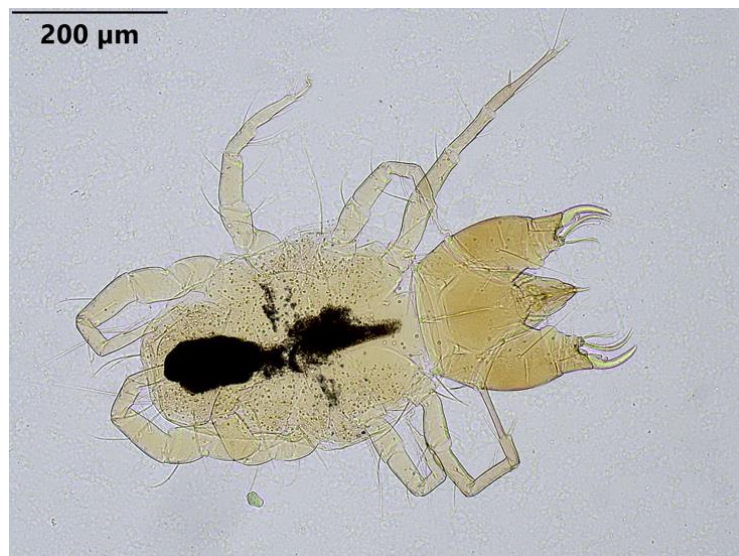


Figura 22. Dendrograma de coeficiente de similitud de Bray-Curtis para muestras de alimentos contaminadas con ácaros.

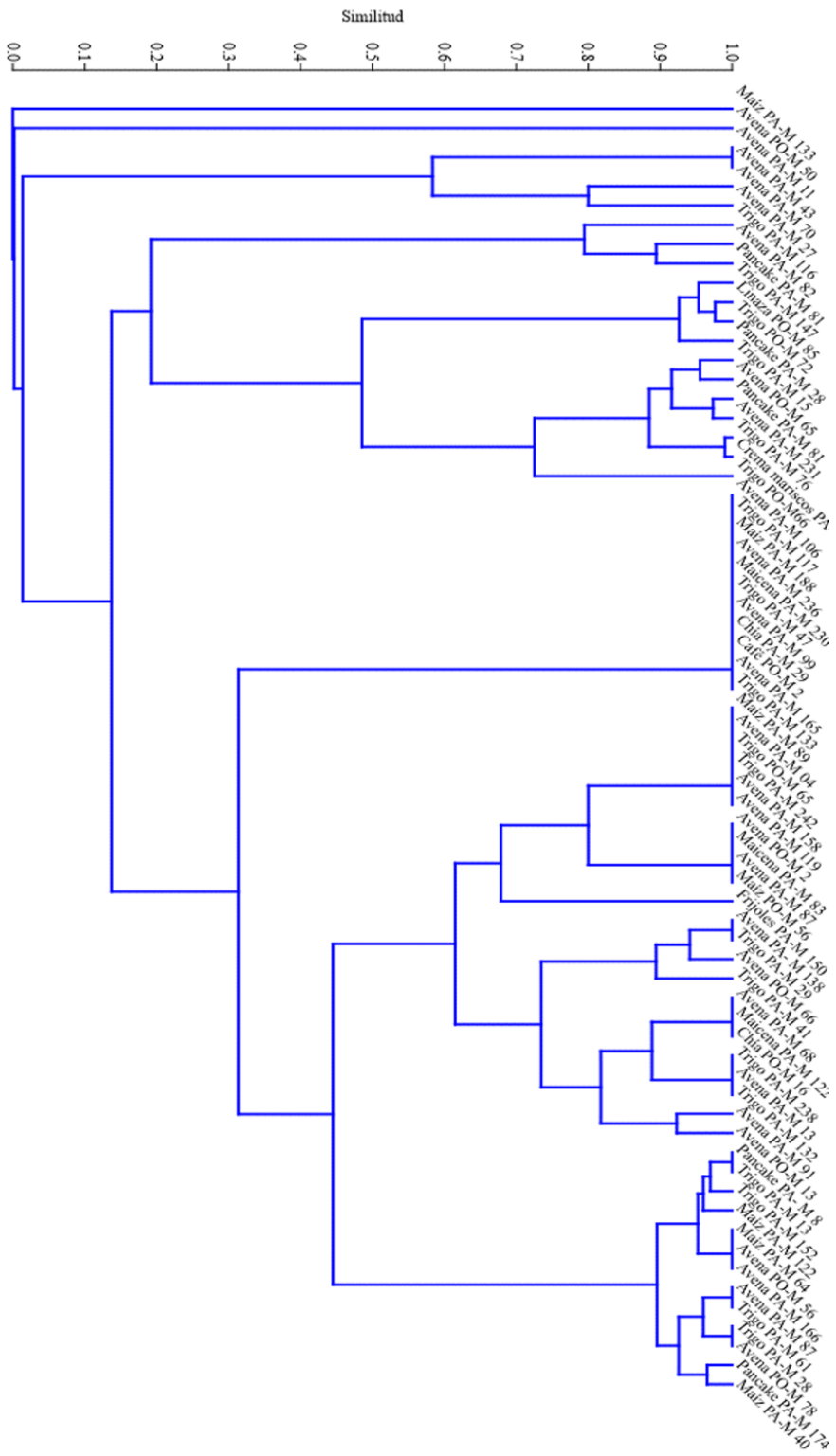
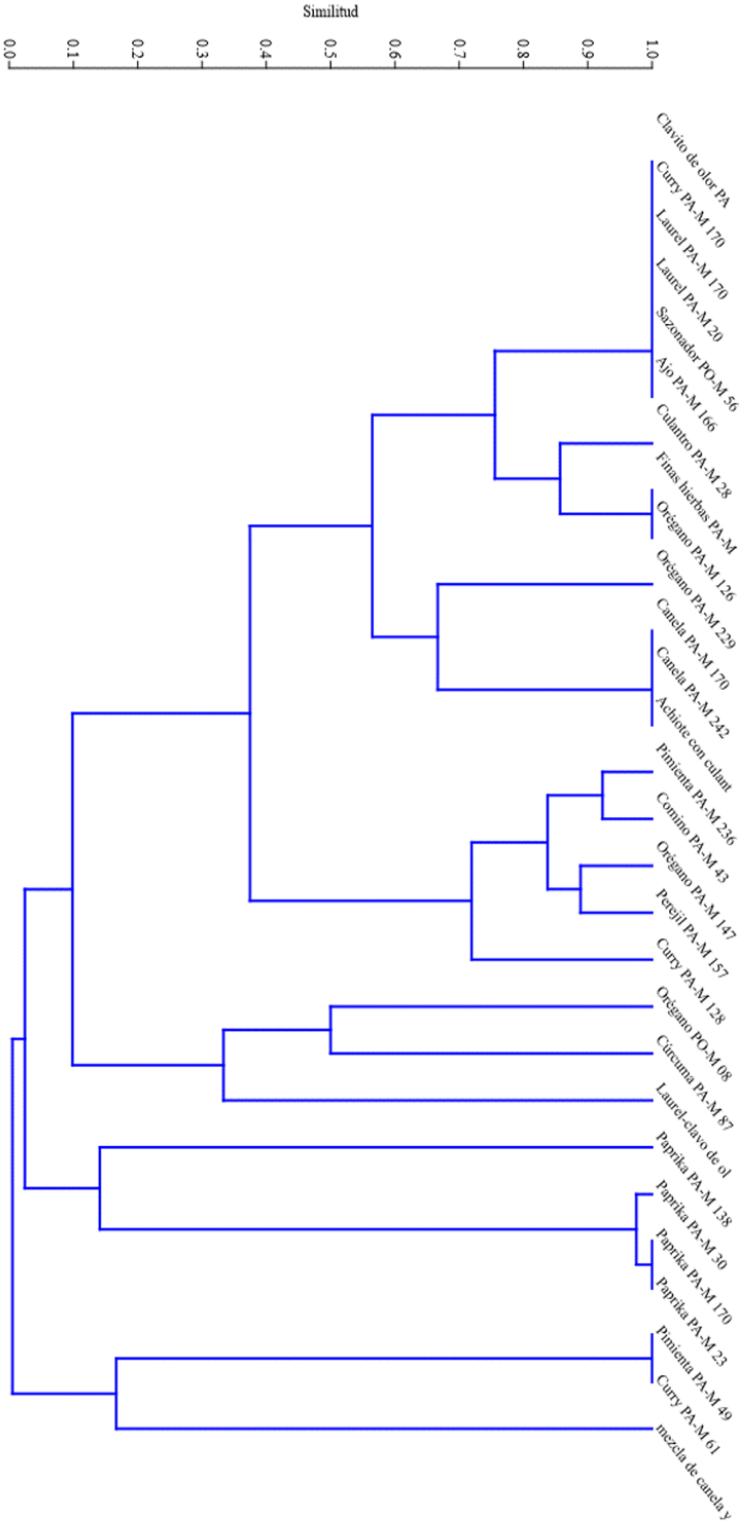


Figura 23. Dendrograma de coeficiente de similitud de Bray-Curtis para muestras de condimentos contaminadas con ácaros.



Cuadro 14. Distritos y corregimientos de las provincias de Panamá y Panamá Oeste

Provincia	Distrito	Corregimiento	Provincia	Distrito	Corregimiento	
Panamá	Balboa	San Miguel (cabecera)	Panamá Oeste	Arraiján	Arraiján (cabecera)	
		La Ensenada			Juan Demóstenes Arosemena	
		La Esmeralda			Nuevo Emperador	
		La Guinea			Santa Clara Veracruz	
		Pedro González			Vista Alegre	
		Saboga			Burunga	
	Chepo	Chepo (cabecera)			Cerro Silvestre	
		Cañita			Vacamonte	
		Chepillo			Capira (cabecera)	
		El Llano			Caimito	
		Las Margaritas		Campana		
		Santa Cruz de Chinina		Cermeño		
		Comarca Kuna de Madungandí		Cirí de los Sotos		
		Tortí		Cirí Grande		
	Chimán	Chimán (cabecera)		El Cacao		
		Brujas		La Trinidad		
		Gonzalo Vásquez		Las Ollas Arriba		
		Pásiga		Lídice		
		Unión Santeña		Villa Carmen		
	Panamá	San Felipe		Villa Rosario		
		El Chorrillo		Santa Rosa		
		Santa Ana		Chame (cabecera)		
		La Exposición o Calidonia		Bejuco		
		Curundú		Buenos Aires		
		Betania		Cabuya		
		Bella Vista		Chicá		
		Pueblo Nuevo		El Líbano		
		San Francisco		Las Lajas		
		Parque Lefevre		Nueva Gorgona		
		Río Abajo		Punta Chame		
		Juan Díaz		Sajalices		
		Pedregal		Sorá		
		Ancón		Barrio Balboa		
		Chilibre		Barrio Colón		
		Las Cumbres		Amador		
		Pacora		Arosemena		
					Capira	
					La Chorrera	

		San Martín			El Arado	
		Tocumen			El Coco	
		Las Mañanitas			Feuillet	
		24 de Diciembre			Guadalupe	
		Alcalde Díaz			Herrera	
		Ernesto Córdoba Campos			Hurtado	
		Caimitillo			Iturralde	
		Las Garzas			La Represa	
		Don Bosco			Los Díaz	
	San Miguelito	Amelia Denis de Icaza			Mendoza	
		Belisario Porrás			Obaldía	
		José Domingo Espinar			Playa Leona	
		Mateo Iturralde			Puerto Caimito	
		Victoriano Lorenzo			Santa Rita	
		Arnulfo Arias			San Carlos	San Carlos (cabecera)
		Belisario Frías				El Espino
		Omar Torrijos				El Higo
	Rufina Alfaro	Guayabito				
	Taboga	Taboga		La Ermita		
		Otoque Occidente		La Laguna		
		Otoque Oriente		Las Uvas		
				Los Llanitos		
				San José		

Nota: Fuente: tomado de INEC, 2010.

Cuadro 15. Especies encontradas en alimentos según literatura citada

Familia	Especies	País
Acaridae	<i>Tyrophagus putrescentiae</i> (Schrank)	Venezuela, Brasil, Reino Unido, Egipto, Japón.
	<i>T. palmarum</i> Oudemans	Reino Unido, Egipto.
	<i>T. similis</i> Volgin	Egipto.
	<i>T. longior</i> (Gervais)	Cuba, Reino Unido.
	<i>Acarus gracilis</i> Hughs	Reino Unido, Egipto.
	<i>A. siro</i> Linnaeuss	Cuba, Reino Unido.
	<i>A. farris</i> Oudemans	Reino Unido.
	<i>A. immobilis</i> (Griffiths)	Reino Unido.
	<i>Tyrolichus casi</i> Oudemans	Egipto.
	<i>Aleuroglyphus ovatus</i> (Troupeau)	Venezuela, Cuba, Brasil.
Suidasidae	<i>Suidasia pontifica</i> Oudemans	Panamá, Cuba, Brasil.
	<i>S. nesbitti</i> Hughes	Egipto.
Glycyphagidae	<i>Blomia tropicalis</i> Cock & Oshima	Panamá, Cuba, Brasil.
	<i>Glycyphagus ornatos</i> Kramer	Egipto.
	<i>G. domesticus</i>	Brasil, Reino Unido.
	<i>Lepidoglyphus destructor</i> (Schrank)	Reino Unido, Egipto.
Cheyletidae	<i>Cheyletus malaccensis</i> Oudemans	Cuba, Brasil.
	<i>C. arvensor</i> Rohdendanf	Cuba.
	<i>C. eruditus</i> (Schrank)	Cuba.
	<i>C. fortis</i> Oudemans	Cuba.
	<i>C. malayensis</i> Cunliffe	Cuba.
	<i>Chelacheles michalskii</i> Samsinak	Cuba.
	<i>Cheyletogenes ornatus</i> (Can. y Fanz.)	Cuba.
	<i>Grallacheles bakeri</i> De Leon	Cuba.

	<i>Cunliffella</i> sp.	Cuba.
Rizoglyphidae	<i>Thyreophagus entomophagus</i> (Labaulbene)	España, Reino Unido, Egipto.
Pyroglyphidae	<i>Dermatophagoides pteronyssinus</i>	Panamá, Brasil, Reino Unido.
	<i>D. farinae</i>	Venezuela, Brasil, Estados Unidos
Blattisociidae	<i>Blattisocius dendriticus</i> (Berlese)	Brasil.
	<i>B. keegani</i>	Panamá.
Cunaxidae	<i>Cunaxoides patzuarensis</i> Baker	Cuba.
	<i>Cunaxa capreolus</i> Berlese	Cuba.
Tydeidae	<i>Tydeus nicaraguensis</i> Baker	Cuba.
	<i>T. candatus</i> Duges	Cuba.
Phytoseiidae	<i>Amblyseius</i> sp.	Cuba.
	<i>Typhlodromus</i> sp.	Cuba.
Chortoglyphidae	<i>Chortoglyphus arcuatus</i> (Troupeau)	Brasil.
Histiostomatidae	<i>Histiostoma</i> sp.	Brasil.
Tarsonemidae	<i>Tarsonemus</i> sp.	Brasil.
Pyemotidae	<i>Pyemotes ventricosus</i> Newport	Cuba.

Fuente: Baggio et al., 1987; Thind & Clarke, 2001; De Sousa et al., 2005; Sánchez-Borges et al., 2009; Barrera et al., 2015; Díaz & Almaguel, 2015; Ramos et al., 2016; Miranda et al., 2019; Gad et al., 2020.

Cuadro 16. Temperatura y humedad relativa de todas las despensas					
Código de muestra	Temperatura ° C	Humedad %	Código de Muestra	Temperatura ° C	Humedad %
PA-M01	31	49	PA-M166	27	76
PA-M02	29	71	PA-M167	29	73
PA-M03	30	71	PA-M168	30	70
PA-M04	29	67	PA-M169	26	84
PA-M05	26	83	PA-M170	29	68
PA-M06	29	69	PA-M171	29	50
PA-M07	27	81	PA-M172	30	60
PA-M08	29	55	PA-M173	30	52
PA-M09	28	80	PA-M174	33	41
PA-M10	27	79	PA-M175	34	43
PA-M11	29	71	PA-M176	30	56
PA-M12	29	80	PA-M177	31	64
PA-M13	27	76	PA-M178	NA	NA
PA-M14	27	76	PA-M179	33	57
PA-M15	31	68	PA-M180	NA	NA
PA-M16	29	79	PA-M181	31	64
PA-M17	29	63	PA-M182	27	61
PA-M18	26	74	PA-M183	31	53
PA-M19	29	64	PA-M184	33	42
PA-M20	NA	NA	PA-M185	33	47
PA-M21	30	72	PA-M186	30	40
PA-M22	31	64	PA-M187	31	57
PA-M23	31	63	PA-M188	29	61
PA-M24	30	71	PA-M189	31	59
PA-M25	28	79	PA-M190	31	62
PA-M26	34	61	PA-M191	33	64
PA-M27	25	77	PA-M192	31	64
PA-M28	29	64	PA-M193	34	50
PA-M29	28	54	PA-M194	30	50
PA-M30	30	66	PA-M195	32	53
PA-M31	26	78	PA-M196	35	45
PA-M32	29	77	PA-M197	33	49

PA-M33	26	75	PA-M198	31	57
PA-M34	35	56	PA-M199	30	57
PA-M35	25	60	PA-M200	25	88
PA-M36	29	68	PA-M201	29	71
PA-M37	30	63	PA-M202	30	69
PA-M38	31	65	PA-M203	25	80
PA-M39	28	71	PA-M204	30	66
PA-M40	NA	NA	PA-M205	30	88
PA-M41	27	75	PA-M206	29	88
PA-M42	27	50	PA-M207	25	80
PA-M43	30	79	PA-M208	25	80
PA-M44	30	70	PA-M209	31	66
PA-M45	30	72	PA-M210	32	58
PA-M46	32	42	PA-M211	31	61
PA-M47	26	77	PA-M212	32	60
PA-M48	33	70	PA-M213	31	66
PA-M49	30	70	PA-M214	32	64
PA-M50	30	61	PA-M215	31	60
PA-M51	30	73	PA-M216	33	65
PA-M52	32	62	PA-M217	33	56
PA-M53	31	64	PA-M218	33	56
PA-M54	30	65	PA-M219	31	63
PA-M55	32	68	PA-M220	34	59
PA-M56	31	65	PA-M221	28	72
PA-M57	31	70	PA-M222	29	71
PA-M58	32	65	PA-M223	30	76
PA-M59	33	65	PA-M224	27	78
PA-M60	30	65	PA-M225	26	65
PA-M61	32	63	PA-M226	27	77
PA-M62	29	70	PA-M227	28	66
PA-M63	32	89	PA-M228	29	77
PA-M64	30	70	PA-M229	26	68
PA-M65	31	71	PA-M230	30	69
PA-M66	NA	NA	PA-M231	27	77
PA-M67	33	78	PA-M232	28	72
PA-M68	33	70	PA-M233	29	82

PA-M69	34	69	PA-M234	26	79
PA-M70	27	80	PA-M235	28	75
PA-M71	28	79	PA-M236	27	76
PA-M72	28	83	PA-M237	27	76
PA-M73	29	80	PA-M238	29	79
PA-M74	33	62	PA-M239	26	71
PA-M75	23	80	PA-M240	27	78
PA-M76	33	66	PA-M241	28	76
PA-M77	30	70	PA-M242	29	76
PA-M78	29	73	PO-M1	31	72
PA-M79	29	75	PO-M2	24	80
PA-M80	30	70	PO-M3	29	51
PA-M81	27	74	PO-M4	29	71
PA-M82	28	75	PO-M5	33	62
PA-M83	29	76	PO-M6	27	79
PA-M84	29	79	PO-M7	27	80
PA-M85	29	77	PO-M8	32	83
PA-M86	34	55	PO-M9	27	83
PA-M87	30	70	PO-M10	27	82
PA-M88	27	78	PO-M11	35	52
PA-M89	30	71	PO-M12	27	84
PA-M90	32	70	PO-M13	33	59
PA-M91	30	71	PO-M14	27	74
PA-M92	29	76	PO-M15	29	82
PA-M93	31	71	PO-M16	29	72
PA-M94	30	70	PO-M17	32	76
PA-M95	29	70	PO-M18	34	55
PA-M96	39	77	PO-M19	NA	NA
PA-M97	31	72	PO-M20	36	45
PA-M98	31	72	PO-M21	29	73
PA-M99	28	71	PO-M22	29	69
PA-M100	29	77	PO-M23	32	59
PA-M101	29	79	PO-M24	38	58
PA-M102	27	77	PO-M25	34	61
PA-M103	29	79	PO-M26	36	48
PA-M104	29	73	PO-M27	30	72

PA-M105	29	75	PO-M28	31	68
PA-M106	29	76	PO-M29	33	63
PA-M107	30	75	PO-M30	33	81
PA-M108	29	73	PO-M31	34	61
PA-M109	30	65	PO-M32	35	58
PA-M110	30	76	PO-M33	34	59
PA-M111	26	84	PO-M34	33	63
PA-M112	32	72	PO-M35	33	66
PA-M113	30	69	PO-M36	31	63
PA-M114	31	73	PO-M37	32	72
PA-M115	31	72	PO-M38	31	67
PA-M116	29	75	PO-M39	34	66
PA-M117	26	81	PO-M40	31	66
PA-M118	28	83	PO-M41	32	65
PA-M119	30	77	PO-M42	31	67
PA-M120	33	82	PO-M43	32	67
PA-M121	30	77	PO-M44	33	63
PA-M122	26	87	PO-M45	36	59
PA-M123	28	83	PO-M46	33	63
PA-M124	29	81	PO-M47	32	64
PA-M125	30	64	PO-M48	31	71
PA-M126	32	68	PO-M49	27	76
PA-M127	28	75	PO-M50	32	72
PA-M128	29	77	PO-M51	32	73
PA-M129	29	76	PO-M52	30	75
PA-M130	33	69	PO-M53	32	77
PA-M131	30	79	PO-M54	31	71
PA-M132	31	78	PO-M55	32	83
PA-M133	30	75	PO-M56	34	59
PA-M134	31	70	PO-M57	33	61
PA-M135	31	78	PO-M58	34	61
PA-M136	28	78	PO-M59	33	69
PA-M137	31	75	PO-M60	36	42
PA-M138	32	74	PO-M61	33	63
PA-M139	31	72	PO-M62	32	56
PA-M140	29	61	PO-M63	32	74

PA-M141	26	81	PO-M64	32	68
PA-M142	26	80	PO-M65	28	83
PA-M143	23	80	PO-M66	30	66
PA-M144	30	74	PO-M67	31	67
PA-M145	28	75	PO-M68	32	72
PA-M146	26	79	PO-M69	32	58
PA-M147	27	81	PO-M70	33	67
PA-M148	28	76	PO-M71	31	71
PA-M149	28	78	PO-M72	32	67
PA-M150	29	81	PO-M73	33	58
PA-M151	28	77	PO-M74	34	57
PA-M152	25	81	PO-M75	34	62
PA-M153	24	84	PO-M76	32	65
PA-M154	25	84	PO-M77	29	72
PA-M155	26	86	PO-M78	29	78
PA-M156	26	81	PO-M79	30	66
PA-M157	25	74	PO-M80	31	64
PA-M158	28	73	PO-M81	30	70
PA-M159	29	72	PO-M82	32	83
PA-M160	28	75	PO-M83	31	75
PA-M161	28	79	PO-M84	26	81
PA-M162	26	77	PO-M85	26	80
PA-M163	25	69	PO-M86	30	67
PA-M164	29	78	PO-M87	30	72
PA-M165	28	72	PO-M88	32	70