



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO

INSTITUTO DE CIENCIAS BÁSICAS E INGENIERÍA

ÁREA ACADÉMICA DE BIOLOGÍA

LICENCIATURA EN BIOLOGÍA

TESIS DE LICENCIATURA

**Evaluación de la dieta en *Latrodectus mactans*
(Theridiidae: Araneae) y su impacto en el desarrollo
postembrionario y canibalismo sexual**

PARA OBTENER EL GRADO DE

LICENCIADA EN BIOLOGÍA

PRESENTA:

C. CIELO AZUL BUSTAMANTE MURILLO

DIRECTOR:

DR. IGNACIO ESTEBAN CASTELLANOS STUREMARK

Mineral de la Reforma, Hgo., México, a 19 de agosto de 2025



Mineral de la Reforma, Hgo., a 19 de agosto de 2025

Número de control: ICBI-D/1453/2025

Asunto: Autorización de impresión.

MTRA. OJUKY DEL ROCÍO ISLAS MALDONADO
DIRECTORA DE ADMINISTRACIÓN ESCOLAR DE LA UAEH

Con Título Quinto, Capítulo II, Capítulo V, Artículo 51 Fracción IX del Estatuto General de nuestra Institución, por este medio, le comunico que el Jurado asignado a la egresada de la Licenciatura en Biología **Cielo Azul Bustamante Murillo**, quien presenta el trabajo de titulación **“Evaluación de la dieta en *Latrodectus mactans* (Theridiidae; Araneae) y su impacto en el desarrollo postembrionario y canibalismo sexual”**, ha decidido, después de revisar fundamento en lo dispuesto en el Título Tercero, Capítulo I, Artículo 18 Fracción IV; dicho trabajo en la reunión de sinodales, **autorizar la impresión del mismo**, una vez realizadas las correcciones acordadas.

A continuación, firman de conformidad los integrantes del Jurado:

Presidente: Dr. Juan Carlos Gaytán Oyarzun

Secretario: Dr. Juan Márquez Luna

Vocal: Dr. Ignacio Esteban Castellanos Sturemark

Suplente: Dr. Julián Bueno Villegas

márquez luna

Ignacio Castellanos Sturemark

Julián Bueno Villegas

Sin otro particular por el momento, reciba un cordial saludo.

Atentamente
 “Amor, Orden y Progreso”

Mtro. Gabriel Vergara Rodríguez
 Director del ICBI



GVR/YCC

Ciudad del Conocimiento, Carretera Pachuca-Tulancingo Km. 4.5 Colonia Carboneras, Mineral de la Reforma, Hidalgo, México. C.P. 42184
 Teléfono: 771 71 720 00 Ext. 40001
 direccion_icbi@uaeh.edu.mx, vergara@uaeh.edu.mx

“Amor, Orden y Progreso”



DEDICATORIA

A mis abuelos Rodolfo y Elisa; gracias por todo.

Abuela, siempre tuviste razón; las arañas dan buena suerte.

AGRADECIMIENTO

A mi mami, gracias por apoyarme en cada decisión de mi vida, por guiarme a lo largo de los años, comprender mi amor por los arácnidos e incluso hacerlo tuyo.

A mis abuelos, gracias por criarme, por cuidarme casi toda mi vida, así como confiar en mí y mis capacidades; gracias porque por ustedes soy quien soy hoy.

A mi novio, Juan Luis, pues a lo largo de los últimos meses me apoyó a concluir esta tesis y, nunca dejo de creer en mí, a pesar de que a veces yo misma lo hacía. Te amo mucho, amorcito.

A mi asesor, Dr. Nacho; gracias por aceptarme como tesista sin conocerme, por apoyarme y hacer posible este proyecto.

A mis sinodales: Dr. Julián, Dr. Juan y Dr. Gaytán, por acompañarme en la fase final de esta tesis.

Al Laboratorio de Interacciones Biológicas: Dra. Iriana, quien ha sido una inspiración para mí en la educación ambiental; a los amigos que me recibieron con los brazos abiertos y cuyos consejos me han acompañado: Elsi, Maira, Christopher, Víctor, Eynith, Favio y Araceli, de todos ustedes guardo grandes recuerdos, gracias en verdad por cada aventura y risa. Y no puede faltar Luis, quien a pesar de haberme podido apoyar poco tiempo, me dio las bases y la confianza para manipular a estas bellas arañitas.

Al Laboratorio de Genética, Dr. Gaytán (nuevamente), Alethia, Arnold y Alejandra, por apoyarme durante casi dos años, instruyéndome sobre la crianza de *Drosophila*.

Al Laboratorio de Sistemática Animal, Dr. Julián y Dr. Juan (una vez más), pues siempre me recibieron con una sonrisa en su laboratorio; Mtra. Julieta, quien a pesar de que traté muy poco tiempo, su ilustración científica me inspiró a seguir sus pasos y Rafita de quien también recibí valiosos consejos.

A mis amigos, que formaron parte importante en toda la licenciatura: Alejandra, Poncho, Manuel, mi mejor amigo Jesús; pero sobre todo a mi hongo favorito, Loreto; quien además de acompañarme en la carrera, también estuvo a mi lado casi un año en la vida laboral.

Al arácnioayudante, así como aquellos amigos y compañeros que estuvieron a mi lado de curiosos o apoyándome alimentando a mis arañas en sus ratos libres.

A mis buenos amigos del zoológico de Tuzoofari, pues siempre presentaron curiosidad sobre el arácnomundo, además de brindarme conocimiento, maravillosas experiencias, confianza y ánimo cuando más lo necesité.

ÍNDICE

1. RESUMEN.....	13
2. INTRODUCCIÓN.....	14
3. MARCO TEÓRICO.....	17
3.1. Variación en la dieta.....	17
3.2. Desarrollo postembrionario.....	18
3.3. Comportamiento sexual.....	21
3.4. Impacto de la variación de la dieta.....	24
4. JUSTIFICACIÓN.....	26
5. OBJETIVOS.....	27
5.1. General.....	27
5.2. Particulares.....	27
6. HIPÓTESIS.....	28
7. METODOLOGÍA.....	29
7.1. Protocolo ante un accidente aracnológico.....	29
7.2. Colecta de ejemplares en campo.....	30
7.3. Trabajo en laboratorio.....	33
7.3.1. Almacenamiento y alimentación.....	33
7.3.1.1. Adultos colectados.....	33
7.3.1.2. Crías.....	34
7.3.1.2.1. Estudio preliminar.....	34
7.3.1.2.1.1. Condiciones.....	34
7.3.1.2.1.2. Alimentación.....	34
7.3.1.2.1.3. Toma de datos.....	37
7.3.1.2.1.3.1. Supervivencia.....	37
7.3.1.2.1.4. Análisis de datos.....	37
7.3.1.2.2. Estudio principal.....	37
7.3.1.2.2.1. Condiciones.....	37
7.3.1.2.2.2. Alimentación.....	37
7.3.1.2.2.3. Toma de datos.....	38

7.3.1.2.2.3.1. Número de mudas.....	38
7.3.1.2.2.3.2. Número de días.....	40
7.3.1.2.2.3.3. Medidas morfométricas.....	40
7.3.1.2.2.3.4. Comportamiento sexual.....	41
7.3.1.2.2.3.5. Supervivencia.....	42
7.3.1.2.2.4. Análisis de datos.....	42
8. RESULTADOS.....	43
8.1. Estudio preliminar.....	43
8.1.1. Supervivencia.....	43
8.2. Estudio principal.....	46
8.2.1. Número de mudas.....	46
8.2.1.1. Machos.....	46
8.2.1.2. Hembras.....	47
8.2.1.3. Comparativa entre sexos.....	48
8.2.1.3.1. <i>Acheta domesticus</i>	48
8.2.1.3.2. <i>Drosophila melanogaster</i>	49
8.2.2. Número de días.....	50
8.2.2.1. Machos.....	50
8.2.2.2. Hembras.....	51
8.2.2.3. Comparativa entre sexos.....	52
8.2.2.3.1. <i>Acheta domesticus</i>	52
8.2.2.3.2. <i>Drosophila melanogaster</i>	53
8.2.3. Medidas morfométricas.....	54
8.2.3.1. Tibia.....	54
8.2.3.1.1. Machos.....	54
8.2.3.1.2. Hembras.....	55
8.2.3.1.3. Comparativa entre sexos.....	56
8.2.3.1.3.1. <i>Acheta domesticus</i>	56
8.2.3.1.3.2. <i>Drosophila melanogaster</i>	57
8.2.3.2. Fémur.....	58
8.2.3.2.1. Machos.....	58

8.2.3.2.2. Hembras.....	59
8.2.3.2.3. Comparativa entre sexos.....	60
8.2.3.2.3.1. <i>Acheta domesticus</i>	60
8.2.3.2.3.2. <i>Drosophila melanogaster</i>	61
8.2.4. Comportamiento sexual.....	62
8.2.5. Supervivencia.....	64
9. DISCUSIÓN.....	67
10. CONCLUSIÓN.....	75
11. LITERATURA CONSULTADA.....	76

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Estructuras de una hembra del género <i>Latrodectus</i> : a Estructura entelegina, la componen dos conductos separados: uno para la entrada del esperma y otro para su almacenamiento; b Ausencia de cribelo; c Ausencia de calamistro; d Posicionamiento de los ojos, se distribuyen en dos filas, la superior procurvada y la anterior recurvada, los dos pares externos están yuxtapuestos; e Pata con tres uñas. (Modificado de Ubick, et al. 2005).	14
Figura 2. Hembra y macho de <i>Latrodectus mactans</i> (Foto: C. A. Bustamante).	16
Figura 3. Esquema ¿Qué hacer ante la mordedura de un ejemplar de <i>Latrodectus mactans</i> dentro del laboratorio? (Diagrama: C. A. Bustamante).	29
Figura 4. Sitio de colecta de ejemplares de <i>Latrodectus mactans</i> en Carboneras, Mineral de la Reforma, Hidalgo.	31
Figura 5. Sitio de colecta de ejemplares de <i>Latrodectus mactans</i> en Colinas de Plata, Mineral de la Reforma, Hidalgo.	31
Figura 6. Sitio de colecta de ejemplares de <i>Latrodectus mactans</i> en San Juan Tilcuautla, San Agustín Tlaxiaca, conurbada a Pachuca de Soto, Hidalgo.	32
Figura 7. Sitio de colecta de ejemplares de <i>Latrodectus mactans</i> en el Instituto de Ciencias Básicas e Ingenierías, UAEH; Mineral de la Reforma, Hidalgo.	32
Figura 8 (Izquierda). Frasco plástico de 1 oz. (Foto: C. A. Bustamante).	33
Figura 9 (Derecha). Interior de una pecera de 30 x 20 x 20 cm en la que se mantuvo a los ejemplares de <i>Latrodectus mactans</i> . (Foto: C. A. Bustamante).	33
Figura 10. <i>Drosophila melanogaster</i> (mosca de fruta) (Foto: BioChemTech).	36
Figura 11. <i>Acheta domesticus</i> (grillo doméstico) (Foto: Gallagher).	36
Figura 12. <i>Tenebrio molitor</i> (gusano de la harina) en tres de sus estados: larva, pupa y adulto (Foto: C. A. Bustamante).	36
Figura 13 <i>Camponotus</i> sp. (hormiga carpintera) (Foto: Disinfesta).	36
Figura 15. Epiginio de hembra madura de <i>L. mactans</i> (Foto: C. A. Bustamante).	39
Figura 16. Espiráculos de pedipalpos de un macho maduro de <i>L. mactans</i> (Foto: C. A. Bustamante).	39
Figura 17. Esquema de pata de araña, señalando longitud de la tibia (rojo) y fémur (azul) (Modificado de Ubick et al., 2005).	40
Figura 18. Tibia de hembra madura de <i>Latrodectus mactans</i> bajo microscopio estereoscópico con regla incluida en el objetivo (Foto: C. A. Bustamante).	40

Figura 19. Porcentaje de la supervivencia total de individuos de <i>Latrodectus mactans</i> alimentados con diferentes dietas. Los promedios con letras distintas denotan diferencias significativas ($P < 0.05$). <i>Dro mel</i> : moscas, <i>Ach dom</i> : grillos, <i>Ten mol</i> : tenebrios, <i>Cam sp</i> : hormigas.....	44
Figura 20. Supervivencia en machos de <i>Latrodectus mactans</i> alimentados con diferentes dietas hasta el estado adulto. No hay diferencias significativas entre las dietas ($P > 0.05$). <i>Dro mel</i> : moscas, <i>Ach dom</i> : grillos, <i>Ten mol</i> : tenebrios, <i>Cam sp</i> : hormigas.....	45
Figura 21. Supervivencia en hembras de <i>Latrodectus mactans</i> alimentadas con diferentes dietas hasta el estado adulto. Los promedios con letras distintas denotan diferencias significativas ($P < 0.05$). <i>Dro mel</i> : moscas, <i>Ach dom</i> : grillos, <i>Ten mol</i> : tenebrios, <i>Cam sp</i> : hormigas.....	45
Figura 22. Promedio y error estándar del número de mudas en machos de <i>Latrodectus mactans</i> alimentados con diferentes dietas. No hay diferencias significativas entre las dietas ($P > 0.05$). <i>Dro mel</i> : moscas, <i>Ach dom</i> : grillos.....	46
Figura 23. Promedio y error estándar del número de mudas en hembras de <i>Latrodectus mactans</i> alimentados con diferentes dietas. Los promedios con letras distintas denotan diferencias significativas ($P < 0.05$). <i>Dro mel</i> : moscas, <i>Ach dom</i> : grillos.....	47
Figura 24. Promedio y error estándar en mudas en las que individuos machos y hembras de <i>Latrodectus mactans</i> llegaron a adultos alimentados con <i>Acheta domesticus</i> : grillos. Los promedios con letras distintas denotan diferencias significativas ($P < 0.05$).....	48
Figura 25. Promedio y error estándar en las que individuos machos y hembras de <i>Latrodectus mactans</i> llegaron a adultos alimentados con <i>Drosophila melanogaster</i> : mosca. Los promedios con letras distintas denotan diferencias significativas ($P < 0.05$).....	49
Figura 26. Promedio y error estándar del número de días que machos de <i>Latrodectus mactans</i> demoraron del primer estadio a adultos. No hay diferencias significativas entre las dietas ($P > 0.05$). <i>Dro mel</i> : moscas, <i>Ach dom</i> : grillos.....	50
Figura 27. Promedio y error estándar del número de días que hembras de <i>Latrodectus mactans</i> demoraron del primer estadio a adultos. Los promedios con letras distintas denotan diferencias significativas ($P < 0.05$). <i>Dro mel</i> : moscas, <i>Ach dom</i> : grillos.....	51
Figura 28. Promedio y error estándar en días en las que individuos machos y hembras de <i>Latrodectus mactans</i> llegaron a adultos alimentados con <i>Acheta domesticus</i> : grillos. Los promedios con letras distintas denotan diferencias significativas ($P < 0.05$).....	52
Figura 29. Promedio y error estándar en días en las que individuos machos y hembras de <i>Latrodectus mactans</i> llegaron a adultos alimentados con <i>Drosophila melanogaster</i> : mosca. Los promedios con letras distintas denotan diferencias significativas ($P < 0.05$).....	53
Figura 30. Promedio y error estándar de la longitud de la cuarta tibia derecha en machos de <i>Latrodectus mactans</i> . No hay diferencias significativas entre las dietas ($P > 0.05$). <i>Dro mel</i> : moscas, <i>Ach dom</i> : grillos.....	54
Figura 31. Promedio y error estándar la longitud de la cuarta tibia derecha en hembras de <i>Latrodectus mactans</i> . No hay diferencias significativas entre las dietas ($P > 0.05$). <i>Dro mel</i> : moscas, <i>Ach dom</i> : grillos.....	55

Figura 32. Promedio y error estándar de la longitud de la cuarta tibia derecha en individuos machos y hembras de <i>Latrodectus mactans</i> llegaron a adultos alimentados con <i>Acheta domesticus</i> : grillos. Los promedios con letras distintas denotan diferencias significativas ($P < 0.05$).	56
Figura 33. Promedio y error estándar de la longitud de la cuarta tibia derecha en individuos machos y hembras de <i>Latrodectus mactans</i> llegaron a adultos alimentados con <i>Drosophila melanogaster</i> : mosca. Los promedios con letras distintas denotan diferencias significativas ($P < 0.05$).	57
Figura 34. Promedio y error estándar de la longitud del cuarto fémur derecho en machos de <i>Latrodectus mactans</i> . No hay diferencias significativas entre las dietas ($P > 0.05$). <i>Dro mel</i> : moscas, <i>Ach dom</i> : grillos.	58
Figura 35. Promedio y error estándar de la longitud del fémur en hembras de <i>Latrodectus mactans</i> . No hay diferencias significativas entre las dietas ($P > 0.05$). <i>Dro mel</i> : moscas, <i>Ach dom</i> : grillos.	59
Figura 36. Promedio y error estándar de la longitud del cuarto fémur derecho en individuos machos y hembras de <i>Latrodectus mactans</i> llegaron a adultos alimentados con <i>Acheta domesticus</i> : grillos. Los promedios con letras distintas denotan diferencias significativas ($P < 0.05$).	60
Figura 37. Promedio y error estándar de la longitud del cuarto fémur derecho en individuos machos y hembras de <i>Latrodectus mactans</i> que llegaron a adultos alimentados con <i>Drosophila melanogaster</i> : mosca. Los promedios con letras distintas denotan diferencias significativas ($P < 0.05$).	61
Figura 38. Frecuencia de variables sobre comportamiento sexual de las parejas de <i>Latrodectus mactans</i> bajo las dietas <i>Dro mel</i> (mosca) y <i>Ach dom</i> (grillo).	63
Figura 39. Promedio de supervivencia total de <i>Latrodectus mactans</i> clasificada por dietas. La supervivencia no difirió significativamente entre las dos dietas ($\chi^2 = 0.016$, g.l. = 2,2, $P = 0.898$).	64
Figura 40. Porcentaje de supervivencia en machos de <i>Latrodectus mactans</i> clasificada por dietas.: <i>Dro mel</i> : moscas, <i>Ach dom</i> : grillos. La supervivencia no difirió significativamente entre las dos dietas ($\chi^2 = 0.989$, g.l. = 2,2, $P = 0.320$).	65
Figura 41. Porcentaje de la supervivencia en hembras de <i>Latrodectus mactans</i> clasificada por dietas: <i>Dro mel</i> : moscas, <i>Ach dom</i> : grillos. La supervivencia no difirió significativamente entre las dos dietas ($\chi^2 = 0.951$, g.l. = 2,2, $P = 0.329$).	66

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Variables de cortejo sexual, canibalismo sexual y fecundidad.....	42
Tabla 2: Supervivencia total de individuos de <i>Latrodectus mactans</i> alimentados con diferentes dietas hasta el estado adulto.....	43
Tabla 3: Supervivencia por sexo en individuos de <i>Latrodectus mactans</i> alimentadas con diferentes dietas hasta el estado adulto.....	44
Tabla 4. Mudanzas en las que los machos de <i>Latrodectus mactans</i> llegaron a adulto en las diferentes dietas.....	46
Tabla 5. Mudanzas en las que las hembras de <i>Latrodectus mactans</i> llegaron a adulto en las diferentes dietas.....	47
Tabla 6. Comparación entre sexos en mudanzas en las que individuos de <i>Latrodectus mactans</i> llegaron a adulto con <i>Ach dom</i>	48
Tabla 7. Comparación entre sexos en mudanzas en las que individuos de <i>Latrodectus mactans</i> llegaron a adulto con <i>Dro mel</i>	49
Tabla 8. Días en las que los machos de <i>Latrodectus mactans</i> llegaron a adulto en las diferentes dietas.....	50
Tabla 9. Días en las que las hembras de <i>Latrodectus mactans</i> llegaron a adulto en las diferentes dietas.....	51
Tabla 10. Comparación entre sexos en días en los que individuos de <i>Latrodectus mactans</i> llegaron a adulto con <i>Ach dom</i>	52
Tabla 11. Comparación entre sexos en días en los que individuos de <i>Latrodectus mactans</i> llegaron a adulto con <i>Dro mel</i>	53
Tabla 12. Longitud de la cuarta tibia derecha en machos de <i>Latrodectus mactans</i> en las diferentes dietas.....	54
Tabla 13. Longitud de la cuarta tibia derecha en hembras de <i>Latrodectus mactans</i> en las diferentes dietas.....	55
Tabla 14. Comparación entre sexos de la longitud de la cuarta tibia derecha en individuos de <i>Latrodectus mactans</i> con <i>Ach dom</i>	56
Tabla 15. Comparación entre sexos de la longitud de la cuarta tibia derecha en individuos de <i>Latrodectus mactans</i> con <i>Dro mel</i>	57
Tabla 16. Longitud del cuarto fémur derecho en machos de <i>Latrodectus mactans</i> en las diferentes dietas.....	58
Tabla 17. Longitud del cuarto fémur derecho en hembras de <i>Latrodectus mactans</i> en las diferentes dietas.....	59

Tabla 18. Comparación entre sexos de la longitud del cuarto fémur derecho en individuos de <i>Latrodectus mactans</i> con <i>Ach dom</i>	60
Tabla 19. Comparación entre sexos de la longitud del cuarto fémur derecho en individuos de <i>Latrodectus mactans</i> con <i>Dro mel</i>	61
Tabla 20. Porcentajes de ocurrencia de las conductas sexuales observadas en las diferentes dietas.....	63
Tabla 21: Supervivencia total de individuos de <i>Latrodectus mactans</i> con diferentes dietas hasta el estado adulto. <i>Dro mel</i> : moscas, <i>Ach dom</i> : grillos.....	64
Tabla 22: Supervivencia por sexo en <i>Latrodectus mactans</i> con diferentes dietas hasta el estado adulto en las diferentes dietas. <i>Dro mel</i> : moscas, <i>Ach dom</i> : grillos.....	65

1. RESUMEN

La dieta es un factor determinante en la vida de un organismo, ya que influye en su desarrollo postembrionario, salud, comportamiento y fecundidad. En este trabajo se evaluó el efecto de dos diferentes dietas sobre ejemplares de *Latrodectus mactans* (viuda negra): *Drosophila melanogaster* y *Acheta domesticus*, las cuales fueron seleccionadas por presentar altas tasas de supervivencia en un estudio preliminar. Se analizó el efecto de la dieta en el número de mudas y el tiempo requerido para alcanzar la adultez a partir de que las arañas salieron del ovisaco, el tamaño de los adultos (utilizando la longitud del fémur y la tibia como medida de tamaño del individuo), y la incidencia de canibalismo sexual.

Se encontró que las hembras que se alimentaron de *D. melanogaster* mudaron menos veces y requirieron de un menor número de días para alcanzar la madurez, en los machos no hubo diferencias significativas entre las dietas para estas variables. El tamaño alcanzado por las arañas de ambos sexos no difirió entre dietas. La supervivencia de las hembras fue mayor con *D. melanogaster*, mientras que no se encontraron diferencias en la supervivencia de los machos. Tampoco se observaron efectos claros de la dieta sobre la incidencia de canibalismo sexual. Al comparar ambos sexos, las hembras requieren de un mayor número de mudas y tiempo para llegar a adultos y presentan tibias y fémures de mayor longitud que los machos, esto debido al dimorfismo sexual.

En síntesis, *D. melanogaster* es una dieta que para las hembras de *L. mactans* ofrece una tasa de desarrollo con menor número de mudas, un menor tiempo de desarrollo al estado adulto y una mayor supervivencia, sin influir significativamente en el tamaño corporal ni en la incidencia de canibalismo sexual.

2. INTRODUCCIÓN

El orden Araneae pertenece al grupo de los quelicerados del phylum Arthropoda, los cuales se identifican por su cuerpo dividido en dos tagmas: prosoma y opistosoma. Del primer tagma se desprenden seis pares de apéndices: un par de quelíceros, útiles para inyectar veneno en sus presas; uno de pedipalpos, los cuales en los machos están modificados como órgano copulador y cuatro pares de patas locomotoras. Se tiene un registro de 52,845 especies de arañas en todo el mundo, que se clasifican en 136 familias (WSC, 2025), de las cuales, hasta el año de 2008 se tenía registro de 62 familias en México (Corcuera y Jiménez, 2008). De acuerdo con Wheeler et al. (2016), las arañas se clasifican en dos subórdenes, Mesothelae cuya única familia es Liphistiidae (Xu et al., 2015), y Opisthothelae que representa a más del 95% de la totalidad del orden. Opisthothelae se divide en dos infraórdenes, Mygalomorphae y Araneomorphae, esta última tiene el mayor número de especies, una de las familias que pertenecen a este infraorden es Theridiidae.

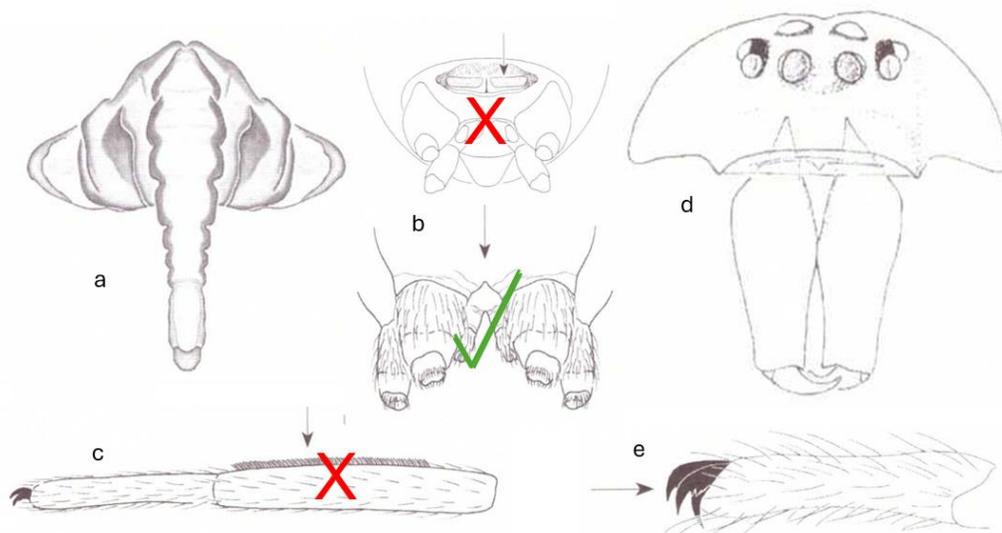


Figura 1. Estructuras de una hembra del género *Latrodectus*: **a** Estructura entelegina, la componen dos conductos separados: uno para la entrada del esperma y otro para su almacenamiento; **b** Ausencia de cribelo; **c** Ausencia de calamistro; **d** Posicionamiento de los ojos, se distribuyen en dos filas, la superior procurvada y la anterior recurvada, los dos pares externos están yuxtapuestos; **e** Pata con tres uñas. (Modificado de Ubick, et al. 2005).

La familia Theridiidae consta de 131 géneros (WSC, 2025) y entre sus características se encuentran ser enteléginas, pues la genitalia de las hembras es compleja ya que cuenta con ductos de copulación y fertilización diferenciados (Fig. 1a; Rivera, 2013), ausencia de cribelo (Fig. 1b) y calamistro (Fig. 1c), posee ocho ojos posicionados en dos filas de cuatro, una procurvada y otra recurvada con los ojos exteriores yuxtapuestos entre sí (Fig. 1d), y tres uñas en cada tarso (Fig. 1e) (Ubick et al., 2005).

Uno de los géneros más conocidos de esta familia es *Latrodectus*, conformado por 35 especies (WSC, 2025); son consideradas de importancia médica toxicológica, porque su veneno posee la neurotoxina α -latrotoxina, causante del cuadro clínico llamado latrodectismo que, de no ser adecuadamente tratado puede ocasionar la muerte. Su nombre común es “viuda negra”, con excepciones como *L. pallidus* conocida como “viuda blanca”, *L. bishopi* que es la “viuda roja”, o *L. geometricus* identificada como “viuda marrón”, esto a causa de la presencia de canibalismo sexual. Existe dimorfismo sexual, pues las hembras son considerablemente más grandes que los machos (Fig. 2); son identificadas fácilmente por su opistosoma de gran tamaño en forma de gota, que puede tener diversos patrones o carecer de ellos. Es importante aclarar que dichos patrones no son útiles en su identificación a nivel de especie; así como el famoso reloj de arena visto desde la posición ventral, cuya función es aposemática; a pesar de que la presencia del reloj es una forma rápida de identificar a un individuo del género, no siempre está completo o presente. En México se tiene el registro de cuatro especies: *L. geometricus*, especie exótica proveniente del continente africano y que como resultado de su gran adaptación actualmente cuenta con una distribución cosmopolita; *L. hesperus*, que habita el norte del país; *L. occidentalis*, recientemente descrita y *L. mactans* cuya distribución se cree fue originaría de América del Norte, e introducida a América del Sur, Central y Asia (WSC, 2025), y actualmente está presente a lo largo de todo el territorio mexicano.



Figura 2. Hembra y macho de *Latrodectus mactans* (Foto: C. A. Bustamante).

3. MARCO TEÓRICO

3.1. Variación en la dieta

Considerados como agentes de control biológico (Maloney et al., 2003), las arañas son organismos depredadores ubicados en la parte superior de la cadena alimentaria, la mayoría cuenta con una dieta polífaga, lo anterior quiere decir, que no son depredadores especialistas, sino generalistas, capaces de consumir organismos de una gran variedad de taxones; este tipo de dieta permite al individuo obtener diversos nutrientes, los que no podría adquirir si consumiera a una sola especie o taxón, generando un beneficio en su desarrollo (Pompozzi et al., 2013).

A pesar de que no existe un gran número de publicaciones, la dieta de algunas especies del género *Latrodectus* ha sido estudiada y trabajada dentro de campo y laboratorio. En campo se ha logrado llevar a cabo este proceso tras la recolección de presas atrapadas en las redes de las arañas y se ha registrado que las presas que predominan son del orden Hymenoptera, en la familia Formicidae, algunas de las especies encontradas son *Atta* sp. (Rocha y Kobler, 1999), *Acromyrmex* sp. (González, 1979; Pompozzi et al., 2013) y *Camponotus* sp. (Pompozzi et al., 2013), seguido por los órdenes Coleoptera (la mayor cantidad de la familia Tenebrionidae), Araneae de la familia Araneidae y Lycosidae (Pompozzi et al., 2013; Mora-Rubio y Parejo-Pulido, 2021), Aphididae (Pompozzi et al., 2013), Hemiptera, Mantodea, Orthoptera, Solifugae, Scorpiones (Mora-Rubio y Parejo-Pulido, 2021), Dermaptera, Lepidoptera, Diptera, Isopoda (Salomón, 2011), además de algunos mamíferos pequeños, anfibios y reptiles (Carrasco y Serna, 2020). El estudio del género *Latrodectus* en laboratorio ha tenido diversos objetivos, como el estudio del canibalismo sexual o la importancia de su veneno, por lo que surge la necesidad de mantenerlas vivas con alimento sustituto al encontrado en su hábitat, ejemplos de algunos taxones empleados como dietas en el laboratorio son *Drosophila melanogaster* (Forster y Kingsford, 1983; Kavale, 1986; Downes, 1987, Boisseau et al., 2016; Johnson et al., 2020), larvas del escarabajo de la harina

Tenebrio molitor, alimento rico en aminoácidos e implementado en la dieta humana (Downes, 1987; Costa et al., 2020), *Ceratitis capitata*, grillos (Waner et al., 2017), o *Musca domestica* (González, 1979; Forster y Kingsford, 1983; Kavale, 1986).

3.2. Desarrollo postembrionario

El desarrollo postembrionario comprende el período que transcurre entre la eclosión del huevo y la adquisición de la madurez sexual. Este proceso involucra variables clave como el tamaño alcanzado en la etapa adulta, el número total de mudas y la duración entre cada una de ellas; así como el tiempo transcurrido hasta llegar a adultos. Según González (1979), el tiempo desde la puesta de huevos hasta la salida de las arañas del ovisaco de *Latrodectus mactans* varía entre 20 y 40 días. Otros autores, como Baxter (1949), han señalado que la temperatura ambiental es un factor determinante en la duración del periodo de eclosión. Por ejemplo, Softly y Fareeth (1970) documentaron la salida de las arañas de un ovisaco en solo ocho días a una temperatura de 37 °C, mientras que Smithers (1944) y Forster (1984) describieron que temperaturas cercanas a los 10 °C pueden inhibir el desarrollo embrionario, induciendo una forma de hibernación.

La emergencia de las crías ocurre a través de un orificio perforado en el ovisaco con ayuda de los colmillos ubicados en los quelíceros. De acuerdo con González (1979), la primera muda ocurre aproximadamente 24 horas después de la salida de la araña del ovisaco, seguida de una segunda muda entre el tercer y cuarto día. En este estado, denominado prelarval, las crías carecen de comportamiento caníbal. Entre el quinto y sexto día, tras la tercera muda, las crías alcanzan el estadio de ninfa, caracterizado por la adquisición de movimiento, la capacidad de secretar seda y la necesidad de alimentarse activamente debido al agotamiento de la reserva vitelina, esta necesidad alimenticia desencadena la dispersión del grupo. A partir de este punto, el intervalo entre mudas dependerá en gran medida de los nutrientes disponibles para el individuo.

Algunos estudios indican que la primera muda puede producirse incluso dentro del ovisaco, inmediatamente después de que la cría eclosiona del huevo. Así lo señalan autores como Blair (s. f.) para *L. mactans*, Herms et al. (1935) para *Latrodectus* sp., Forster y Kingsfort (1983) para *L. katipo* y *L. atritus*, y Costall (2006) para *L. katipo*.

El número de mudas en *Latrodectus* varía según la especie, sexo y dieta. En *L. katipo*, Costall (2006) documentó ocho mudas en hembras y entre seis y siete en machos. Kavale (1986) encontró resultados similares alimentando a las arañas con *Drosophila melanogaster* y *Musca domestica*, mientras que Mohamed y Amr (2015) observaron entre ocho mudas en hembras y de cuatro a cinco en machos de *L. tredecimguttatus*, alimentadas con una dieta variable. Mohafez (2015) reportó de seis a ocho mudas en hembras y cuatro en machos de *L. geometricus*, criando a las arañas con *Tetranychus urticae*, *Drosophila melanogaster* y *Spodoptera littoralis*. Cariaso (1967) y Forster (1984, 1995) registraron cinco mudas en machos y de siete a ocho en hembras en *L. hasselti*, alimentadas con *Drosophila melanogaster*. Para *L. katipo* y *L. atritus*, Forster y Kingsford (1983) reportaron seis mudas en hembras y cuatro en machos, alimentadas con *Drosophila melanogaster*. Shulov (1940) indicó que en *L. pallidus*, las hembras presentan entre seis y siete mudas, y los machos entre cuatro y cinco; mientras que en *L. tredecimguttatus* se reportaron ocho mudas en hembras y entre cinco y seis en machos. Smithers (1944) registró para *L. indistinctus* hembras ocho mudas y en machos entre cuatro y seis. Diversos autores como Herms et al. (1935), Lawson (1933) y otros han informado rangos de entre seis y nueve mudas en hembras y entre tres y seis en machos, dependiendo de la especie. González (1984), al comparar el desarrollo de *L. diaguia* y *L. mirabilis*, reportó que el 66.66 % de las hembras alcanzó la madurez en nueve mudas, y el 33.33 % en ocho. En el caso de los machos, el 75 % llegó a la adultez en siete mudas y el 25 % restante en seis.

Aunque las arañas araneomorfas comúnmente dejan de mudar al alcanzar la adultez, se han registrado casos de mudas postadultas en *L. hesperus* y *L. mactans* (Kaston, 1968), lo que sugiere una posible variabilidad en la fisiología del desarrollo.

Las condiciones microclimáticas influyen significativamente en la tasa de desarrollo y el periodo reproductivo, pudiendo provocar variaciones en la madurez de hasta uno o dos estadios, o la duración del tiempo de desarrollo (Nadolny, 2019).

El tiempo requerido para alcanzar la adultez a partir de la eclosión muestra gran variabilidad entre especies. Por ejemplo, Forster y Kingsford (1983) y Costall (2006) reportaron un rango de 119 a 126 días. Kavale (1986) observó un promedio de 133 días (sin especificar el sexo). Mohamed y Amr (2015) encontraron que los machos de *L. tredecimguttatus* alcanzaban la adultez en promedio a los 58.83 días, mientras que las hembras lo hacían en 166.16 días; para *L. geometricus*, los valores reportados fueron de 50.53 días en machos y 157.57 en hembras. En *L. mactans*, Baxter (1949) registró entre 110 y 120 días en hembras y entre 95 y 110 en machos. Otros estudios han señalado rangos más amplios: Illingworth (1931) con períodos de 30 a 60 días, y Thorp y Woodson (1945) con rangos de 60 a 120 días. Herms et al. (1935) registró 120 días como duración promedio del desarrollo. En general, se ha observado que las arañas que maduran más tempranamente tienden a tener mayor éxito reproductivo al acceder antes a potenciales parejas, alimentarse por más tiempo antes de la oviposición y generar descendencia con ventajas en tamaño (Uetz, 1992; Heeres y Clark, 1997).

Autores como McCrone y Levi (1964, 1966), Kaston (1970) y González (1979) coinciden en que las especies del continente americano tienden a tardar más en alcanzar la madurez sexual que sus contrapartes de otras regiones.

En relación con el tamaño corporal, la medición de estructuras como la tibia o el fémur representa un indicador preciso del tamaño en arañas. En *Latrodectus mactans*, se ha documentado que la longitud de la tibia anterior varía entre 5 y 5.9 mm (Lawson y Kansas, 1933). De manera similar, Marikovsky (1956) señaló que en la araña lobo *Lycosa singoriensis*, cada muda está asociada con un incremento específico en la longitud de la tibia anterior, lo que refuerza su utilidad como parámetro de crecimiento.

3.3. Comportamiento sexual

El comportamiento sexual en las arañas representa un campo de estudio de gran interés dentro de la biología evolutiva, dada la diversidad de estrategias reproductivas observadas en este grupo. En términos generales, el proceso de apareamiento está caracterizado por la existencia de rituales de cortejo que varían según la especie, con el propósito de maximizar el éxito reproductivo y minimizar la agresividad de la hembra, dado que, en muchas especies, las hembras son significativamente más grandes y agresivas que los machos, lo que hace que el apareamiento represente un alto riesgo para ellos. Dentro del cortejo existen las señales visuales, basándose en las diversas coloraciones que un macho pueda tener, así como danzas; las señales químicas que funcionan por medio de feromonas; y las señales vibracionales, más comunes en el género *Latrodectus* (Waner et al., 2017).

El género *Latrodectus*, se ha visto fuertemente ligado al canibalismo y selección sexual por parte de la hembra; ejemplo de ello son las hembras de *Latrodectus geometricus*, las cuales de acuerdo a Waner et al. (2017) sugiere que evalúan la edad, tamaño y estado de apareamiento del macho. En general se cree que las hembras suelen tener preferencias por los machos de mayor tamaño (Wilder et al., 2009), lo cual ha sido comprobado en *Latrodectus revivencis*, así como en especies de otros géneros de arañas, entre ellas *Dolomedes tenebrosus* o *Metellina segmentata* (Prenter et al., 2006); aunque se ha reportado que en *Micaria sociabilis*, las hembras no tienen preferencia por los machos grandes, sino en aquellos capaces de sobrevivir (Sentenská y Pekár, 2013). También hay especies de arañas que canibalizan a los machos más grandes y copulan con los más pequeños, como *Nephila edulis* y *Nephila plumipes*, aunque eso no asegura mayor éxito de fertilización (Prenter et al., 2006).

Como se mencionó anteriormente, en ciertas especies de arañas se ha encontrado una relación positiva entre el canibalismo sexual y el dimorfismo sexual, lo que sugiere que las diferencias de tamaño entre machos y hembras pueden influir

en la frecuencia de este comportamiento. Ejemplos de especies que presentan esta relación positiva incluyen *Argiope keyserlingi*, *Araneus diadematus*, *Schizocosa ocreata*, *Hogna helluo* (actualmente llamada *Tigrosa helluo*), *Dolomedes fimbriatus*, *Dolomedes triton* y *N. edulis*. Mientras que en otros casos la relación entre el dimorfismo sexual y el canibalismo es negativa, como en *Argiope aurantia*, *A. bruennichi*, *N. plumipes*, *Nephila fenestrata* y *Latrodectus hasselti* (Wilder et al. 2009).

Ante la presencia del canibalismo sexual, los machos han podido generar estrategias para evitar ser canibalizados, por ejemplo, se ha registrado la preferencia de los machos por hembras subadultas, es decir, aquellas que están a un estadio de alcanzar la adultez. En estos casos, los machos copulan con ellas entre dos y cuatro días antes de su última muda, lo que reduce el riesgo de canibalismo. Ejemplos de especies que presentan esta estrategia son *Latrodectus hesperus* (Baruffaldi y Andrade, 2020), *M. sociabilis* (Sentenská y Pekár, 2013), *D. tenebrosus* (Schwartz et al., 2016) y *L. geometricus*, quien además de ello, para reducir la competencia espermática, taponean el conducto genital de la hembra con parte de los órganos sexuales de los machos (Segoli et al., 2007; Waner et al., 2017).

Existen otras estrategias para prevenir el canibalismo sexual en los machos, como la tanatosis (simulación de muerte), inmovilización de la hembra, ofrecimiento de obsequios nupciales o la modificación de la red de la hembra. También se han identificado mecanismos de evaluación de la calidad de la pareja mediante el tamaño, la detección de feromonas (que puede desencadenar en un canibalismo invertido como en *M. sociabilis*, donde los machos optan por comerse a las hembras más viejas (Sentenská y Pekár, 2013)), la cantidad de alimento presente en la red (indicativo de que la hembra no está hambrienta), o simplemente esperan a que la hembra se alimente antes de iniciar el cortejo (Prenter et al., 2006), reduciendo así el riesgo de ser devorados. En especies como *Latrodectus hasselti*, *S. ocreata*, *T. helluo*, *A. keyserlingi*, *N. plumipes*, así como en algunas mantis e isópodos, se ha

observado una relación positiva entre el hambre de la hembra y el canibalismo sexual (Wilder et al., 2009; DiRienzo et al., 2019; Baruffaldi y Andrade, 2020).

A pesar de que algunas especies han desarrollado estrategias para evitar el canibalismo sexual, otras se sacrifican, como en algunas especies del género *Latrodectus*, como *L. geometricus* (presente en el 65% de los casos de acuerdo a Segoli et al., 2007) y *L. hasselti* (presente en 80% de los casos de acuerdo a Baruffaldi y Andrade, 2021), con el famoso “salto mortal”, que ocurre durante la cópula, donde el macho “salta” y coloca su opistosoma a la altura de los quelíceros de la hembra (Waner et al., 2017) o *D. tenebrosus*, cuya muerte es espontánea después de copular (Schwartz et al., 2016). Debido a esto, algunos científicos consideran el canibalismo sexual un fenómeno adaptativo, ya que cumple con ciertos factores que lo caracterizan como un comportamiento común y regular, que puede ocurrir en cualquier momento y es iniciado por el macho (Segoli et al., 2007).

También se ha propuesto que el canibalismo sexual es un carácter homoplásico dentro del orden Araneae (Elgar y Schneider, 2004), influenciado tanto por factores filogenéticos como ecológicos. Entre estos se incluyen el comportamiento de forrajeo, la disponibilidad y selección de alimento, la presencia de parejas, el dimorfismo sexual, la vulnerabilidad, y la motivación de ataque o escape (Wilder et al., 2009). Además, el nivel de agresividad de la hembra durante su etapa juvenil, influido por la competencia entre depredadores o la escasez de presas, así como la exposición a temperaturas elevadas durante el desarrollo, también pueden ser determinantes (Wilder y Rypstra, 2008; Sentenská y Pekár, 2013; Chadwick et al., 2020).

Una de las teorías más estudiadas sobre el canibalismo sexual es su posible beneficio en la descendencia. Se ha propuesto que, dado que los machos son carnívoros y poseen una dieta rica en aminoácidos, su consumo por parte de la hembra podría incrementar su capacidad reproductiva (Wilder et al., 2009). Esto se ha comprobado en especies como *D. fimbriatus*, *A. bruennichi* y *D. tenebrosus*, donde se ha registrado un aumento en el número de crías, con incrementos de hasta un 14-20 % en tamaño y una tasa de supervivencia 44-63 % mayor (Schwartz et al.,

2016). No obstante, en especies como *L. geometricus*, los estudios indican que el canibalismo no representa una ventaja significativa para la descendencia (Segoli et al., 2007). Según Wilder et al. (2009), solo 3 de 12 estudios han demostrado un verdadero beneficio en el potencial reproductivo derivado del canibalismo sexual.

3.4. Impacto de la variación de la dieta en el desarrollo postembrionario y comportamiento sexual

Como se ha mencionado previamente, la dieta representa un factor determinante en el desarrollo postembrionario, así como en diversos aspectos del comportamiento, incluyendo la caza y el canibalismo sexual. La calidad y cantidad de nutrientes provenientes de las presas influyen directamente en dichas variables, afectando tanto la fisiología como la conducta de los individuos.

En este contexto, Koemel et al. en 2018 publicaron un estudio con la especie *Hogna carolinensis* (familia Lycosidae), en el que se controló la alimentación de los ejemplares durante seis semanas. Los resultados indicaron un incremento en la masa corporal, especialmente en aquellos individuos alimentados con una dieta rica en lípidos. Asimismo, se observó un aumento en la tasa metabólica asociada con la respiración, y una mayor velocidad en las actividades de caza en los ejemplares que consumieron presas con alto contenido proteico.

Dentro del comportamiento de cortejo, la influencia de la dieta se manifiesta en los procesos de selección sexual, entendida esta como la ventaja reproductiva que ciertos individuos de una misma especie y sexo poseen frente a otros, en función de su capacidad para ser elegidos como pareja (Darwin, 1871). En este sentido, el estado nutricional puede incidir en la preferencia de las hembras por determinados machos, al representar estos mejores caracteres genéticos o de supervivencia para la descendencia.

Por otro lado, el canibalismo sexual puede estar asociado a deficiencias nutricionales en la hembra, lo que podría motivarla a depredar a un posible

compañero antes, durante o después del apareamiento. Este comportamiento ha sido documentado en diversas especies del género *Latrodectus*. Ante este riesgo, los machos podrían desarrollar estrategias de selección sexual inversa, optando por seleccionar activamente a las hembras. Esta selectividad estaría basada en la evaluación del estado nutricional de la hembra mediante señales químicas presentes en la telaraña, con el objetivo de reducir las probabilidades de ser depredados (Johnson et al., 2011).

Estudios adicionales señalan que, en un análisis comparativo entre consumo diario y consumo mensual, se observó que en *L. geometricus*, los ejemplares que consumieron un 55% menos alimento presentaron un desarrollo 48% más lento. No obstante, no se encontraron diferencias significativas en el peso al alcanzar la etapa adulta, y la longevidad tampoco se vio afectada por esta reducción alimentaria (Heeres y Clark, 1997). Mientras que en *L. mactans* se registró que, a mayor frecuencia de alimento, el número de mudas y tiempo de desarrollo hasta adulto sería menor, que aquellos individuos a los que se les ofrecieron una menor cantidad de presas (Baxter, 1949).

En cuanto a la fecundidad y el comportamiento sexual, se ha evidenciado un aumento relacionado con un desarrollo acelerado y una mayor masa corporal (Higgins, 1995). Sin embargo, algunos autores sostienen que el alimento no constituye un recurso limitante para las arañas. Wise en 1995, afirma que estos organismos son capaces de tolerar una considerable variabilidad en las condiciones ambientales, ajustando sus ciclos de vida de acuerdo a dichos cambios. En línea con esto, Forster y Kingsford (1983) reportaron un crecimiento acelerado posterior a la cuarta muda en crías a las que se les modificó la dieta, sustituyendo *Drosophila melanogaster* por *Musca domestica*, posiblemente debido al tamaño de la presa y valor nutricional.

Por su parte, D'Amour et al. (1936) criaron ejemplares de *Latrodectus mactans* en comunidad, registrando que las crías que recurrieron al canibalismo presentaron mayores tasas de supervivencia, mayor fortaleza y un desarrollo más eficiente.

4. JUSTIFICACIÓN

Latrodectus mactans fue una de las primeras especies del género en las que se documentó canibalismo sexual, sin embargo, estas publicaciones de hace casi un siglo. Actualmente las especies de *Latrodectus* en las que más se ha estudiado dicha conducta son *L. hasselti*, *L. hesperus* y *L. geometricus*, existiendo un gran número de artículos al respecto que muestran que estas especies no solo difieren en la frecuencia del canibalismo sexual, sino también en los factores que llevan a que este se presente.

Por ello es importante investigar esta conducta y registrar sus causas (relacionadas con la conformación de la dieta), mecanismos y consecuencias, con el fin de contribuir a la historia natural y profundizar en la ecología de *L. mactans*, Esta especie tiene una amplia distribución y con importancia en el sector médico, debido a su veneno así como en el control biológico, lo que abre la posibilidad para poder aplicar este conocimiento en el futuro.

Otra de las utilidades del presente trabajo, es determinar que tipo de dieta aporta mayores beneficios para el desarrollo y mantenimiento de ejemplares en cautiverio de laboratorio. Al comparar diferente tipos de dieta (especies de insectos), se podrá identificar cuáles podrían comercializarse como alimento, lo que contribuirá a una mejora de la calidad de vida de animales bajo cautiverio.

5. OBJETIVOS

5.1. General

Evaluar el efecto de diferentes dietas sobre la supervivencia, desarrollo, tamaño corporal, fecundidad y canibalismo sexual en *Latrodectus mactans*, mediante un diseño experimental controlado, para comprender la influencia de la alimentación en parámetros biológicos clave para su desarrollo y comportamiento sexual.

5.2. Particulares

- Comparar la supervivencia, el tiempo de desarrollo y número de mudas desde huevo hasta adulto en *Latrodectus mactans* criados con distintas dietas controladas.
- Evaluar el tamaño corporal de adultos de *Latrodectus mactans* alimentados con diferentes dietas, prediciendo el tamaño del individuo mediante mediciones morfométricas estandarizadas.
- Analizar la ocurrencia de canibalismo sexual en parejas de *Latrodectus mactans* sometidas a diferentes dietas a través de observaciones sistemáticas durante el apareamiento.

6. HIPÓTESIS

La dieta impacta el desarrollo de huevo a adulto, el tamaño adquirido en estado adulto, el canibalismo sexual y la fecundidad de los individuos de ambos sexos de la especie *Latrodectus mactans*.

7. METODOLOGÍA

7.1. Protocolo ante un accidente aracnológico

Como protocolo de seguridad ante la mordida de un ejemplar de *Latrodectus mactans*, se monitoreó de forma constante el sitio web: <https://redtox.org/> consultando los centros de salud cercanos con faboterápico disponible; además de tener en claro el siguiente esquema (Fig. 3):

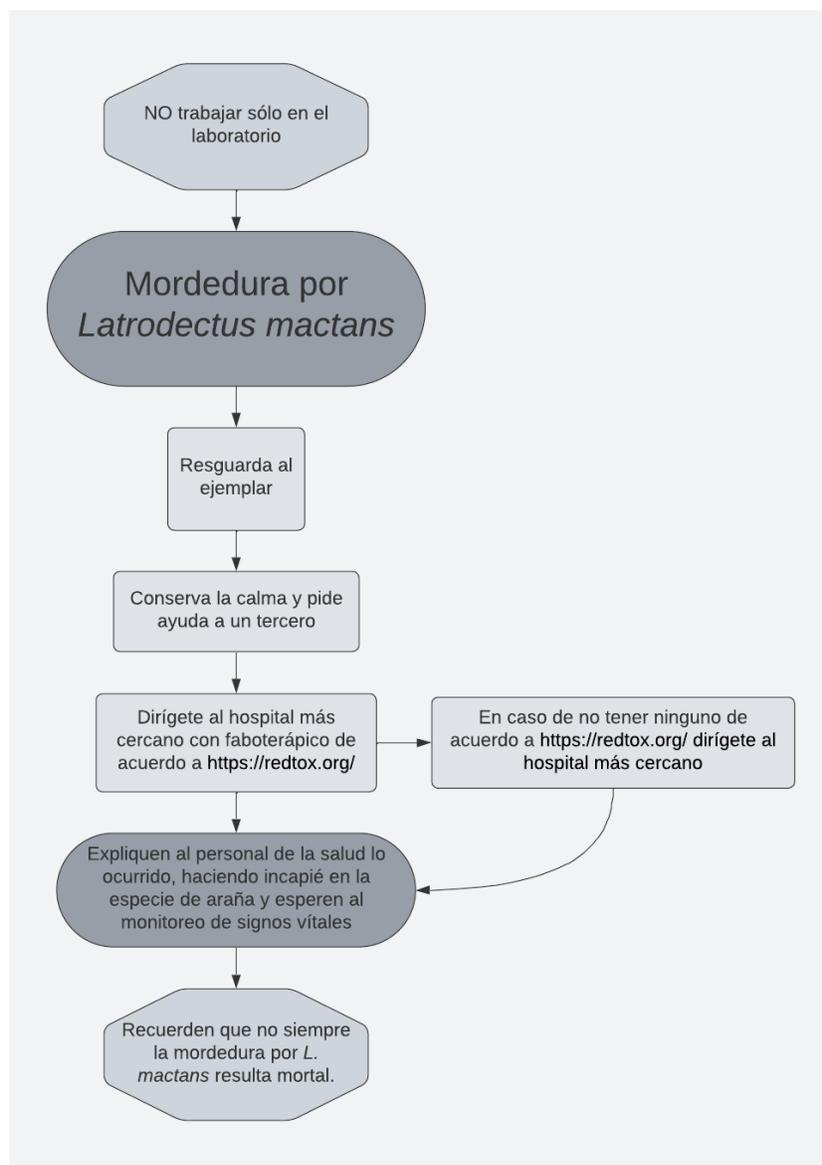


Figura 3. Esquema ¿Qué hacer ante la mordedura de un ejemplar de *Latrodectus mactans* dentro del laboratorio? (Diagrama: C. A. Bustamante).

7.2. Colecta de ejemplares en campo

Los individuos a los que se les evaluó el efecto de las dietas fueron criados en el laboratorio y provenían de arañas colectadas en campo bajo el permiso de colecta SGPA/DGVS/05481/21 otorgado por la SEMARNAT. Para colectar los ejemplares se realizaron muestreos durante el mes de abril del año 2024, en vegetación xerófila en las localidades de Carboneras (Fig. 4), Colinas de Plata (Fig. 5) y San Juan Tilcuautla (Fig. 6), dentro los municipios de Pachuca de Soto y Mineral de la Reforma, en el estado de Hidalgo.

El método de colecta seleccionado considerando la biología de la especie, fue búsqueda directa. Se identificaron rocas con una superficie irregular y/o presencia de telaraña característica de esta especie, la cual tiene un sonido acartonado al romperse, si cumplía con estos requisitos se levantaba con precaución, identificando la presencia o ausencia de un individuo de *Latrodectus mactans*. En el caso de presencia de un ejemplar, se tomaba con ayuda de pinzas entomológicas y era resguardado en frascos de plástico. Tras obtener o no un ejemplar, las rocas fueron devueltas a la posición y lugar original.

Adicionalmente, se recolectó dentro las instalaciones del Instituto de Ciencias Básicas e Ingenierías (Fig. 7) una hembra previamente apareada, que colocó un ovisaco dentro del laboratorio, el cual también fue incluido dentro del estudio.

El mapeo de las localidades en las que se muestreó, se realizó por medio de Google Earth (Figs. 4-7).



Figura 4. Sitio de colecta de ejemplares de *Latrodectus mactans* en Carboneras, Mineral de la Reforma, Hidalgo.



Figura 5. Sitio de colecta de ejemplares de *Latrodectus mactans* en Colinas de Plata, Mineral de la Reforma, Hidalgo.



Figura 6. Sitio de colecta de ejemplares de *Latrodectus mactans* en San Juan Tilcuautla, San Agustín Tlaxiaca, conurbada a Pachuca de Soto, Hidalgo.



Figura 7. Sitio de colecta de ejemplares de *Latrodectus mactans* en el Instituto de Ciencias Básicas e Ingenierías, UAEH; Mineral de la Reforma, Hidalgo.

7.3. Trabajo en laboratorio

7.3.1. Almacenamiento y alimentación

7.3.1.1. Adultos colectados

Los ejemplares colectados en campo fueron trasladados al laboratorio de Interacciones Biológicas del Centro de Investigaciones Biológicas de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.

Se formaron parejas al azar, colocandolas cada una en una pecera de cristal con medidas de 30 cm x 20 cm x 20 cm, expuestas a luz natural y temperatura ambiental de 22 ± 2 °C durante el día y 13 ± 2 °C durante la noche, utilizándose como sustrato rocas, ramas, cartón y como fuente de agua algodón húmedo, cubiertas con papel film acompañadas de pequeñas punciones para permitir la ventilación (Figs. 8 y 9). La introducción de individuos de distinto sexo en una misma pecera se realizó progresivamente, primero se introdujo a la hembra, permitiendo su acoplamiento y formación de redes; una semana después se colocó al macho. Durante dicho procedimiento los individuos fueron alimentados con un grillo adulto semanal de la especie *Acheta domesticus*.



Figura 8 (Izquierda). Frasco plástico de 1 oz. (Foto: C. A. Bustamante).

Figura 9 (Derecha). Interior de una pecera de 30 x 20 x 20 cm en la que se mantuvo a los ejemplares de *Latrodectus mactans*. (Foto: C. A. Bustamante).

7.3.1.2. Crías

Los ovisacos obtenidos de las cruzas realizadas en el laboratorio se mantuvieron en las mismas condiciones que los adultos colectados, hasta la eclosión de los ovisacos, lo que ocurrió en un rango de 30 a 40 días. Las crías permanecieron juntas por un máximo de diez días, para evitar el canibalismo entre hermanos, y fueron trasladadas a frascos de plástico de una onza (Fig. 8), etiquetándolas por ovisaco y asignando un número a cada individuo. Dentro de los frascos, la humedad se mantuvo con algodón humedecido con agua (Forster y Kingsford, 1983) y la ventilación con punciones en las laterales. Las crías fueron alimentadas con dos moscas *Drosophila melanogaster* dos veces a la semana, hasta que alcanzaron el cuarto estadio. Las crías obtenidas hasta este punto fueron utilizadas para la realización de un estudio preliminar el cual se detalla a continuación.

7.3.1.2.1. Estudio preliminar

Se llevó a cabo un estudio preliminar con cuatro dietas distintas, con el propósito de identificar las dos que garantizaran la mayor supervivencia de las arañas, para emplearlas posteriormente en un experimento controlado orientado a responder los objetivos planteados.

7.3.1.2.1.1. Condiciones ambientales

Las crías que alcanzaron el cuarto estadio se mantuvieron a temperatura ambiente de 22 ± 2 °C durante el día y 13 ± 2 °C durante la noche a una humedad externa no controlada. Dentro de los frascos de plástico con medida de una onza, se mantenía un ambiente húmedo por medio de una bolita individual de algodón que se hidrataba con agua una vez al día (Forster y Kingsford, 1983).

7.3.1.2.1.2. Alimentación

Al llegar las arañas al cuarto estadio, se realizó una selección aleatoria de los individuos provenientes de dos ovisacos, los cuales fueron alimentados con cuatro dietas ofrecidas en un inicio bajo el formato *ad libitum*, finalmente los valores se

establecieron de acuerdo con lo que las arañas podían consumir. Las cuatro dietas utilizadas fueron las siguientes:

- *Drosophila melanogaster* (mosca de fruta) (Fig. 10). El número de moscas se aumentó progresivamente de acuerdo con el tamaño de la araña, la cantidad máxima introducida fueron 45 individuos a la semana. Esta dieta fue criada en el Laboratorio de Genética del Centro de Investigaciones Biológicas de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, utilizando un medio de cultivo elaborado con harina, carragenina, levadura, Nipagin y ácido propiónico, en frascos de vidrio. Para facilitar su manipulación, las moscas eran aletargadas con bajas temperaturas.
- *Acheta domesticus* (grillo doméstico) (Fig. 11). El tamaño del grillo utilizado dependió del tamaño de la araña, alimentándolas de 3 grillos cabeza de alfiler hasta un grillo adulto a la semana. Esta dieta fue comprada en criaderos y fueron ofrecidas removiéndoles el tercer par de patas.
- *Tenebrio molitor* (gusano de la harina) (Fig. 12). Se utilizaron dos individuos en fase larvaria a la semana, que de igual manera como en el caso de los grillos, el tamaño fue acorde a la araña. Esta dieta fue comprada en criaderos.
- *Camponotus* sp. (hormiga carpintera) (Fig. 13). Se utilizaron tres organismos a la semana a los cuales se les extrajeron tres de sus patas. Esta dieta fue utilizada como referencia de la dieta natural de *L. mactans* (Pompozzi et al. 2013). Los individuos ofrecidos fueron extraídos de hormigueros cercanos al Centro de Investigaciones Biológicas y fueron ofrecidas quitándoles tres patas, con el objetivo de dificultar los ataques en defensa por parte de las hormigas a las arañas.



Figura 10. *Drosophila melanogaster* (mosca de fruta) (Foto: BioChemTech).



Figura 11. *Acheta domesticus* (grillo doméstico) (Foto: Gallagher).



Figura 12. *Tenebrio molitor* (gusano de la harina) en tres de sus estados: larva, pupa y adulto (Foto: C. A. Bustamante).



Figura 13. *Camponotus* sp. (hormiga carpintera) (Foto: Disinfesta).

7.3.1.2.1.3. Toma de datos

7.3.1.2.1.3.1. Supervivencia

Se registró el porcentaje de los individuos que sobrevivieron desde la cuarta muda hasta el estado adulto, por dieta y por sexo. También se registró el porcentaje total de supervivencia, donde se incluyeron todas las arañas nacidas que alcanzaron la adultez, sin clasificar por tipo de dieta ni por sexo.

7.3.1.2.1.4. Análisis de datos

7.3.1.2.1.4.1. Supervivencia

La supervivencia desde el cuarto estadio hasta el estado adulto en las cuatro dietas se comparó utilizando pruebas de Chi² o pruebas exactas de Fisher cuando los datos no cumplían con los supuestos de la prueba de Chi² (Agresti, 1996). Los análisis de supervivencia se realizaron con el programa estadístico Past vers. 4.15.

7.3.1.2.2. Estudio principal

Una vez identificadas las dos dietas que garantizaran la mayor supervivencia de las arañas, se realizó el experimento controlado orientado a responder los objetivos planteados.

7.3.1.2.2.1. Condiciones

Las crías se mantuvieron bajo un fotoperiodo de 12:12 (DiRienzo et al., 2019), a una temperatura de 25°C ± 1 (Downes, 1987; Mohafez, 2015; Motro et al., 2017, DiRienzo et al., 2019) y una humedad externa de 55 ± 5% (Motro et al., 2017) utilizando una incubadora Percival modelo 136 LLVL. La humedad interna de los frascos se mantuvo con una bolita de algodón, hidratada una vez al día.

7.3.1.2.2.2. Alimentación

Basandose en los resultados del estudio preliminar, las dietas que garantizaron la mayor supervivencia de los individuos fueron *Drosophila melanogaster* (mosca de fruta) y *Acheta domesticus* (grillo doméstico), para las

cuales se mantuvo el mismo números de individuos utilizado en el estudio preliminar.

7.3.1.2.2.3. Toma de datos

7.3.1.2.2.3.1. Número de mudas

Se registró el número de mudas fuera del ovisaco de cada individuo con su correspondiente dieta y al registrar la muda, esta se retiraba para evitar contarla dos veces. Para determinar la última muda y por lo tanto el desarrollo concluido, se observaba al ejemplar bajo el microscopio estereoscópico, identificando el epiginio de la hembra (placa externa ubicada en la parte ventral del abdomen, justo delante del orificio genital femenino, que funciona como parte del aparato reproductor externo de las hembras y sirve para la recepción y almacenamiento del esperma durante el apareamiento) el cual debía estar bien esclerosado permitiendo identificar la abertura con facilidad (Fig. 14), mientras que en los machos dicha identificación se realizó observando que sus pedipalpos y espiráculos estuvieran desarrollados (Fig. 15).

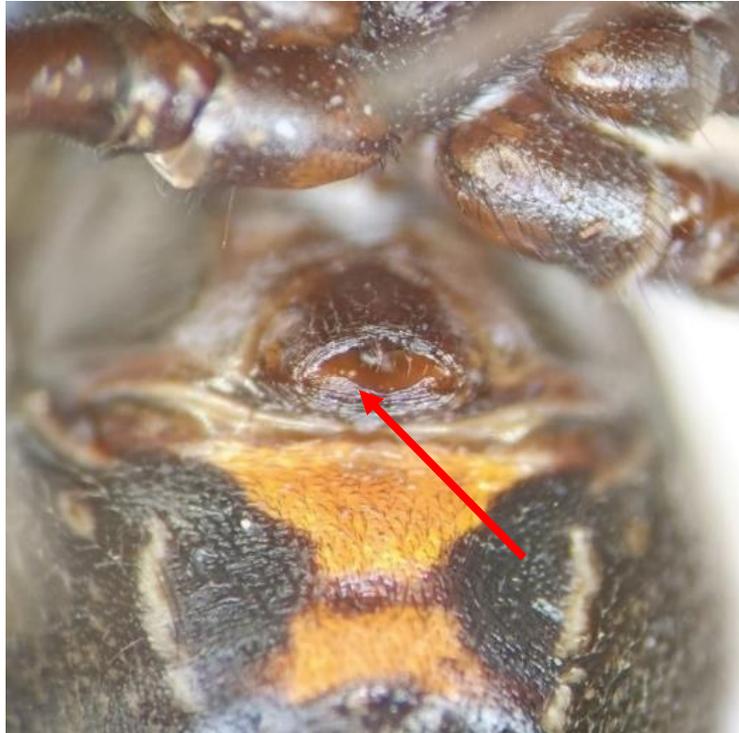


Figura 15. Epiginio de hembra madura de *L. mactans* (Foto: C. A. Bustamante)..



Figura 16. Espiráculos de pedipalpos de un macho maduro de *L. mactans* (Foto: C. A. Bustamante).

7.3.1.2.2.3.2. Número de días

Se registró el número de días entre el día en que las crías eclosionaron del ovisaco hasta el día de su última muda y llegar al estado adulto.

7.3.1.2.2.3.3. Medidas morfométricas

Las mediciones se tomaron inmediatamente una vez que los ejemplares morían. Se tomaron medidas morfométricas correspondientes a la longitud del fémur y tibia de la cuarta pata derecha (Fig. 17) implementando un microscopio estereoscópico con regla incluida en uno de sus objetivos; para mejorar la precisión de las mediciones, se apoyó del uso de arena como base, la cual permitía inmovilizar al ejemplar (Fig. 18).

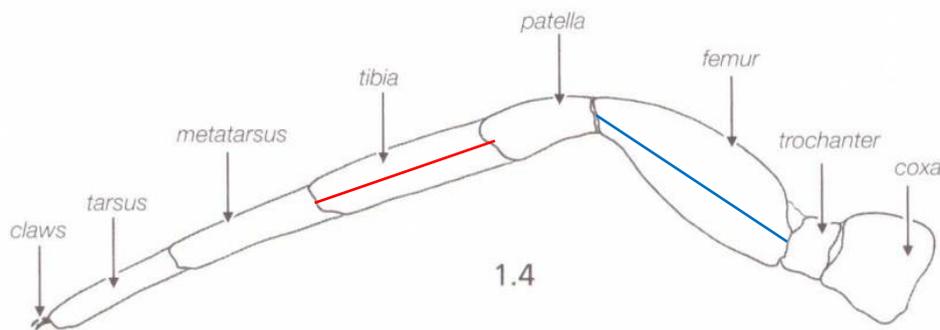


Figura 17. Esquema de pata de araña, señalando longitud de la tibia (rojo) y fémur (azul) (Modificado de Ubick et al., 2005).

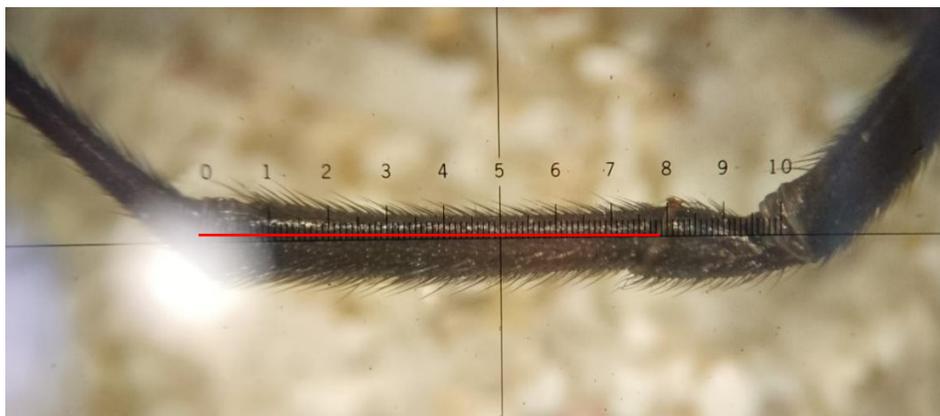


Figura 18. Tibia de hembra madura de *Latrodectus mactans* bajo microscopio estereoscópico con regla incluida en el objetivo (Foto: C. A. Bustamante).

7.3.1.2.2.3.4. Comportamiento sexual y fecundidad

Para evaluar el canibalismo sexual y fecundidad, se formaron veinte parejas que no fueran parte de un mismo ovisaco u ovisacos hermanos, y que tanto el macho como la hembra se hayan alimentado con un mismo tipo de dieta. Al formar cada pareja se registraron las variables incluidas en la Tabla 1. La actividad (movimiento) fue considerada alta cuando el ejemplar se desplazó velozmente por la red, como baja cuando presentaba movimientos lentos o esporádicos, y nula cuando no se registraba desplazamiento alguno. Una reacción agresiva por parte de la hembra consistió en un salto dirigido hacia el macho, interpretado como un intento de ahuyentarlo o depredarlo. El roce de extremidades durante el cortejo se definió como el acercamiento del macho hacia la hembra sin que esta mostrara una respuesta agresiva, lo que permitía al macho acariciar sus patas, este es un comportamiento previo a la cópula, donde el macho puede confirmar si la hembra está receptiva o no (Coelho et al., 2015). La modificación de la telaraña por parte del macho consistió en la alteración de la red construida por la hembra, ya sea mediante el corte de los hilos o su reemplazo con seda propia. Esta estrategia de cortejo ha sido descrita en *Latrodectus geometricus* (Waner et al., 2017) y *L. hesperus* (DiRienzo et al., 2019). Finalmente, para determinar la ocurrencia de la cópula, se observó el estado de los pedipalpos del macho, específicamente sus espiráculos, ya que su desorden o ruptura se considera un indicio inequívoco de cópula (Waner et al., 2017). Ningún macho se utilizó con dos hembras distintas, para evitar sesgos en su comportamiento.

En el caso de no haber presenciado canibalismo sexual durante el periodo de observación, este se corroboró o descartó tras la observación del ejemplar en el microscopio, pues la condición del cuerpo tras ser depredado es identificable por su considerable deformación.

Tabla 1. Variables de cortejo sexual, canibalismo sexual y fecundidad.		
1. Actividad (Movimiento)		
Alta	Baja	Nula (Inactividad)
2. Reacción agresiva por parte de la hembra		
3. Roce de extremidades por parte del macho a la hembra (Cortejo)		
4. Modificación de la red de la hembra por el macho (Cortejo)		
5. Cópula		
6. Canibalismo		
7. Número de ovisacos		

7.3.1.2.2.3.5. Supervivencia

Se registró el porcentaje de los individuos que sobrevivieron del cuarto estadio hasta el estado adulto, total, por dieta y por sexo.

7.3.1.2.2.4. Análisis de datos

El tamaño corporal (inferido por la longitud del fémur y la tibia), el número de días transcurridos en alcanzar el estado adulto y el número de mudas hasta adulto en las dos dietas se compararon con una prueba T de Student. Si los datos no cumplían con los supuestos de homogeneidad de varianzas y normalidad, fueron transformados con raíz cuadrada y si estos no cumplían con los supuestos después de esta transformación, se utilizó una prueba no paramétrica de Mann-Whitney. Estos análisis se realizaron con el programa estadístico SigmaStat.

La supervivencia total y la supervivencia de cada sexo desde el cuarto estadio hasta el estado adulto en las dos dietas se comparó con una prueba de χ^2 utilizando el programa estadístico Past vers. 4.15.

Los resultados correspondientes al comportamiento sexual fueron abordados mediante un análisis descriptivo, con el objetivo de caracterizar las conductas observadas sin inferencias estadísticas.

8. RESULTADOS

8.1. Estudio preliminar

8.1.1.1. Supervivencia

Se encontró que la supervivencia total (de machos y hembras) estuvo influenciada significativamente por el tipo de dieta de la cual se alimentaron ($\text{Chi}^2 = 10.194$, g.l. = 2,4, $P = 0.017$) (Tabla 2, Fig. 19). La supervivencia de las arañas que se alimentaron de *Drosophila melanogaster* fue significativamente mayor que la de aquellas que se alimentaron de las demás dietas ($P < 0.05$), mientras que la supervivencia no difirió significativamente entre las otras tres dietas ($P > 0.05$; Fig. 19).

Tabla 2. Supervivencia total de individuos de <i>Latrodectus mactans</i> alimentados con diferentes dietas hasta el estado adulto.			
Dieta	n	Supervivientes	% supervivencia
<i>Dro mel</i>	42	32	76.19%
<i>Ach dom</i>	44	24	54.54%
<i>Ten mol</i>	58	27	46.55%
<i>Cam sp.</i>	38	18	47.36%

*n=tamaño de muestra

La supervivencia de los machos no difirió significativamente entre las dietas ($\text{Chi}^2 = 2.855$, g.l. = 2,4, $P = 0.415$; Tabla 3, Fig. 20), mientras que la de las hembras sí estuvo influenciada significativamente por el tipo de dieta ($P = 0.036$, Prueba exacta de Fisher). La supervivencia de las hembras fue significativamente mayor cuando estas se alimentaron con *D. melanogaster* que con *T. molitor* ($P = 0.011$, Prueba exacta de Fisher) pero no difirió significativamente entre las demás dietas ($P > 0.05$, Prueba exacta de Fisher; Tabla 3, Fig. 21).

La supervivencia total en el experimento (considerando desde la eclosión de las arañas del ovisaco e independientemente del sexo y dieta proporcionada) fue del 15.63%.

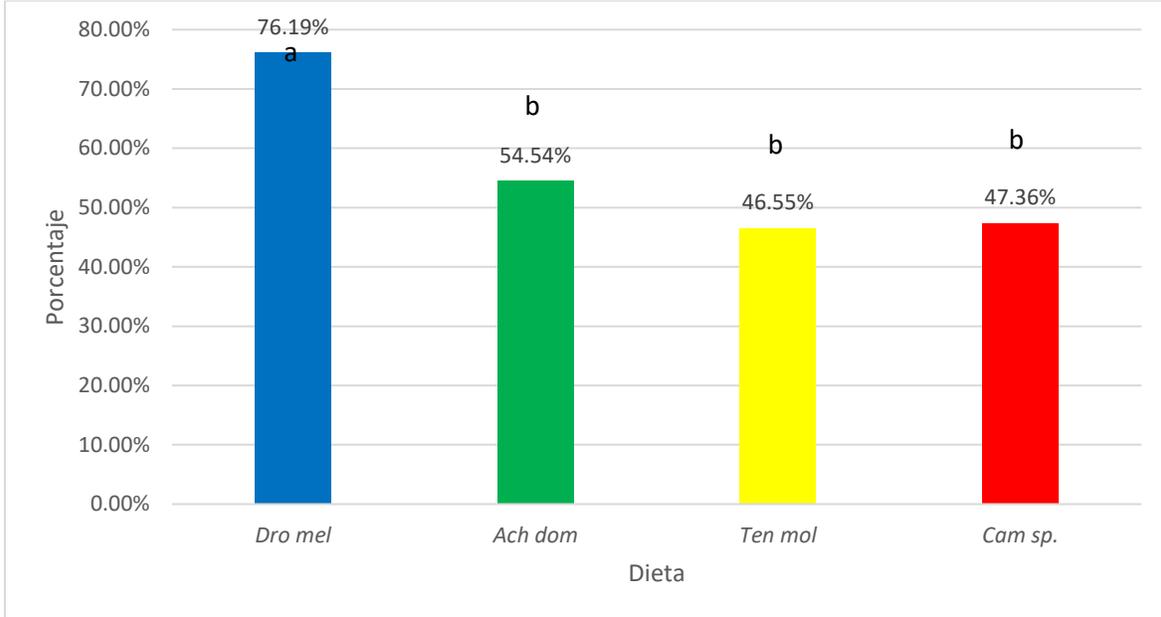


Figura 19. Porcentaje de la supervivencia total de individuos de *Latrodectus mactans* alimentados con diferentes dietas. Los promedios con letras distintas denotan diferencias significativas ($P < 0.05$).

Dro mel: moscas, *Ach dom*: grillos, *Ten mol*: tenebrios, *Cam sp.*: hormigas.

Tabla 3. Supervivencia por sexo en individuos de *Latrodectus mactans* alimentadas con diferentes dietas hasta el estado adulto.

Dieta	H	M	Supervivientes	% superv.
<i>Dro mel</i>	22		22	100%
		16	9	56.25%
<i>Ach dom</i>	19		17	89.47%
		15	7	46.66%
<i>Ten mol</i>	26		19	73.07%
		10	8	80%
<i>Cam sp.</i>	12		10	83.33%
		13	8	61.53%

*H= hembras juveniles

*M= machos juveniles

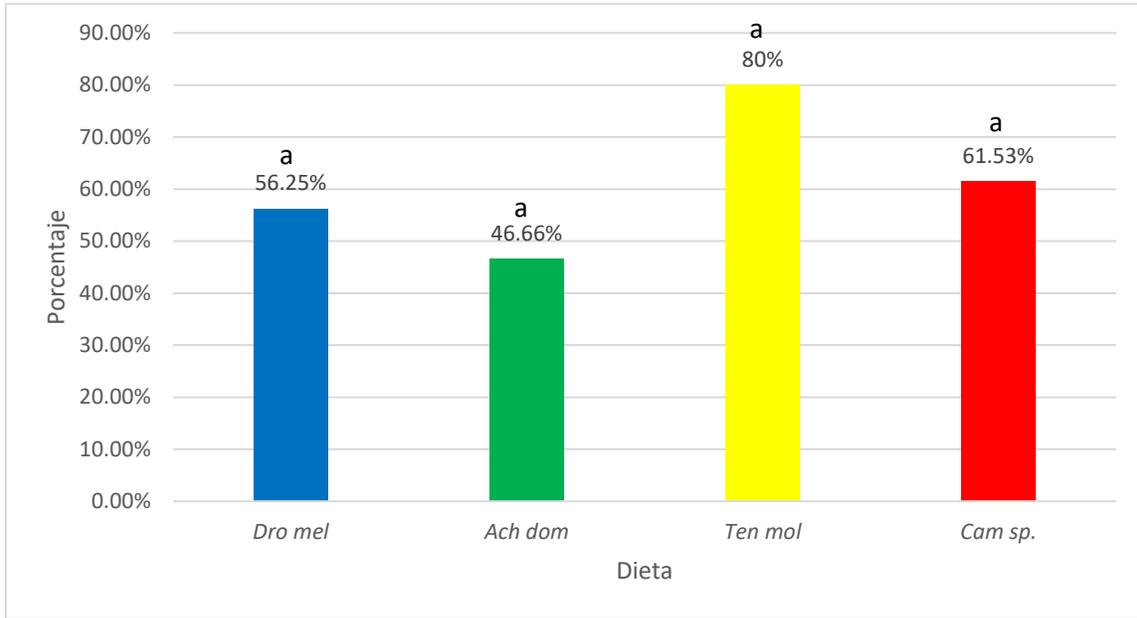


Figura 20. Supervivencia en machos de *Latrodectus mactans* alimentados con diferentes dietas hasta el estado adulto. No hay diferencias significativas entre las dietas ($P > 0.05$).

Dro mel: moscas, *Ach dom*: grillos, *Ten mol*: tenebrios, *Cam sp*: hormigas.

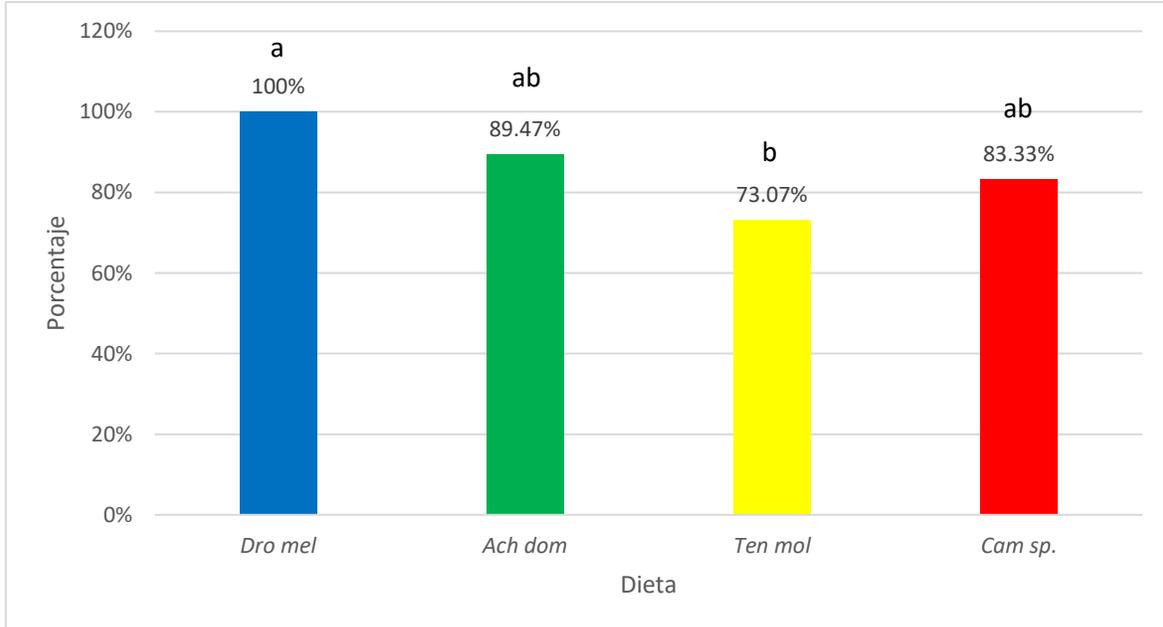


Figura 21. Supervivencia en hembras de *Latrodectus mactans* alimentadas con diferentes dietas hasta el estado adulto. Los promedios con letras distintas denotan diferencias significativas ($P < 0.05$).

Dro mel: moscas, *Ach dom*: grillos, *Ten mol*: tenebrios, *Cam sp*: hormigas.

8.2. Estudio principal

8.2.1. Número de mudas

8.2.1.1. Machos

No se encontraron diferencias significativas entre las dos dietas (*A. domesticus* y *D. melanogaster*) al comparar el número de veces que mudan los machos para llegar a adultos (U de Mann-Whitney = 1070.50, T = 1963.50, n1 = 41, n2 = 53, P = 0.897) (Tabla 4 y Fig. 22).

Tabla 4. Mudan en las que los machos de <i>Latrodectus mactans</i> llegaron a adulto en las diferentes dietas.					
Dieta	n	Valor mín	Valor máx	Media	Desv Est
<i>Ach dom</i>	41	5	8	5.926	0.754
<i>Dro mel</i>	53	5	8	5.943	0.841

*n=tamaño de muestra

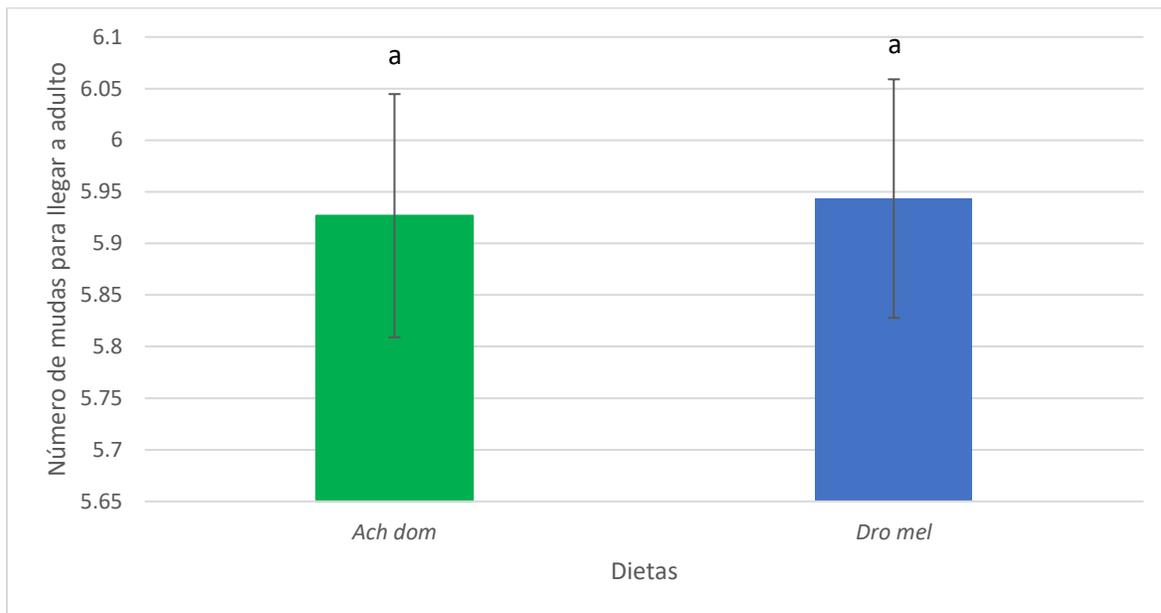


Figura 22. Promedio y error estándar del número de mudas en machos de *Latrodectus mactans* alimentados con diferentes dietas. No hay diferencias significativas entre las dietas (P > 0.05).

Dro mel: moscas, *Ach dom*: grillos.

8.2.1.2. Hembras

En las hembras sí se encontraron diferencias significativas al comparar el número de veces que estas mudan para llegar al estado adulto cuando se alimentan de *A. domesticus* y *D. melanogaster* (U de Mann-Whitney = 1339, T = 1436, n1 = 37, n1 = 56, P = 0.014). Las hembras mudaron significativamente más veces cuando se alimentaron con *A. domesticus* que con *D. melanogaster* (P < 0.05; Tabla 5 y Fig. 23).

Tabla 5. Mudan en las que las hembras de <i>Latrodectus mactans</i> llegaron a adulto en las diferentes dietas.					
Dieta	n	Valor mín	Valor máx	Media	Desv Est
<i>Ach dom</i>	56	5	11	7	1.206
<i>Dro mel</i>	37	5	9	6.378	1.036

*n=tamaño de muestra

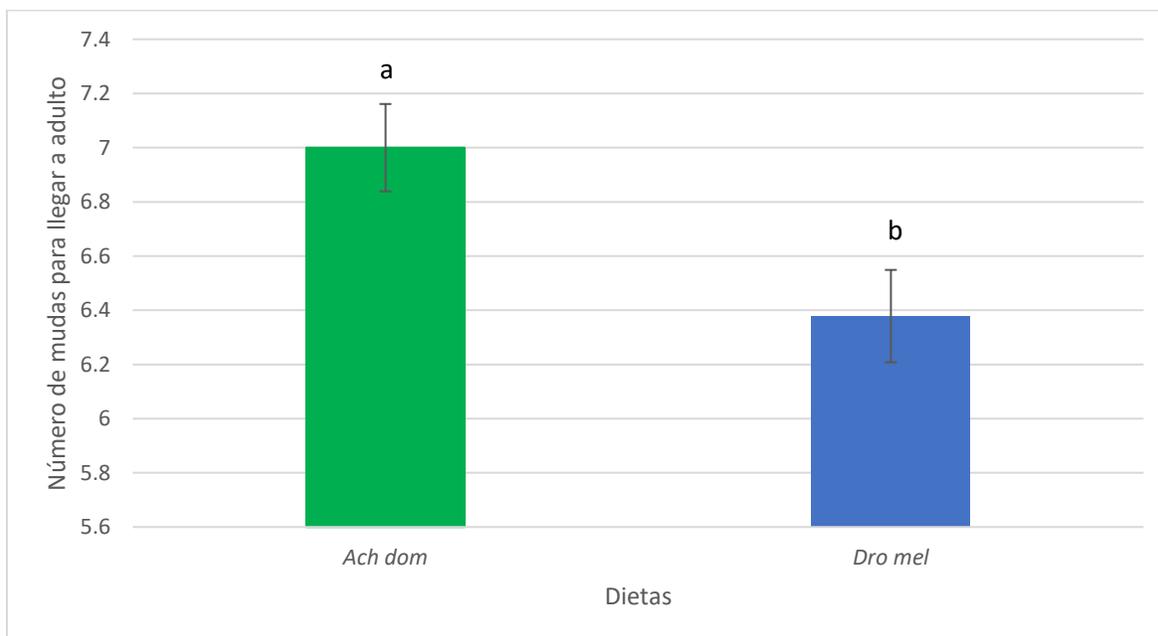


Figura 23. Promedio y error estándar del número de mudas en hembras de *Latrodectus mactans* alimentados con diferentes dietas. Los promedios con letras distintas denotan diferencias significativas (P < 0.05).

Dro mel: moscas, *Ach dom*: grillos.

8.2.1.3. Comparativa entre sexos

8.2.1.3.1. *Acheta domestica*

Se encontraron diferencias significativas entre los sexos al comparar el número de veces que mudan los individuos para llegar a adultos, alimentados con *A. domestica* (U de Mann-Whitney = 1766.00, T = 1405.000, n1 = 42, n2 = 53, P = < 0.001) (Tabla 6 y Fig. 24).

Tabla 6. Comparación entre sexos en mudas en las que individuos de <i>Latrodectus mactans</i> llegaron a adulto con <i>Ach dom.</i>					
Sexo	n	Valor min	Valor máx	Media	Desv Est
Macho	42	5	8	5.926	0.754
Hembra	53	5	11	7	1.206

*n=tamaño de muestra

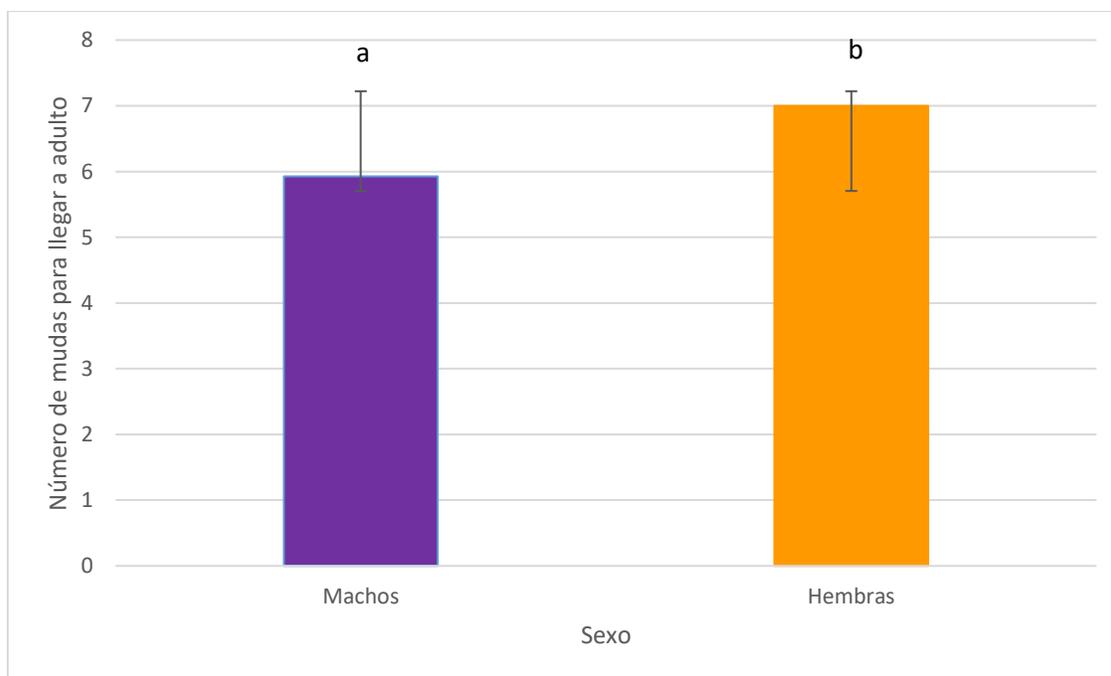


Figura 24. Promedio y error estándar del número de mudas en las que individuos machos y hembras de *Latrodectus mactans* llegaron a adultos alimentados con *Acheta domestica*: grillos. Los promedios con letras distintas denotan diferencias significativas (P < 0.05).

8.2.1.3.2. *Drosophila melanogaster*

Se encontraron diferencias significativas entre los sexos al comparar el número de veces que mudan los individuos para llegar a adultos, alimentados con *D. melanogaster* (U de Mann-Whitney = 783.00, T = 2103.000, n1 = 39, n2 = 54, P = 0.025) (Tabla 7 y Fig. 25).

Tabla 7. Comparación entre sexos en mudas en las que individuos de <i>Latrodectus mactans</i> llegaron a adulto con <i>Dro mel.</i>					
Sexo	n	Valor min	Valor máx	Media	Desv Est
Macho	54	5	8	5.943	0.841
Hembra	39	5	9	6.378	1.036

*n=tamaño de muestra

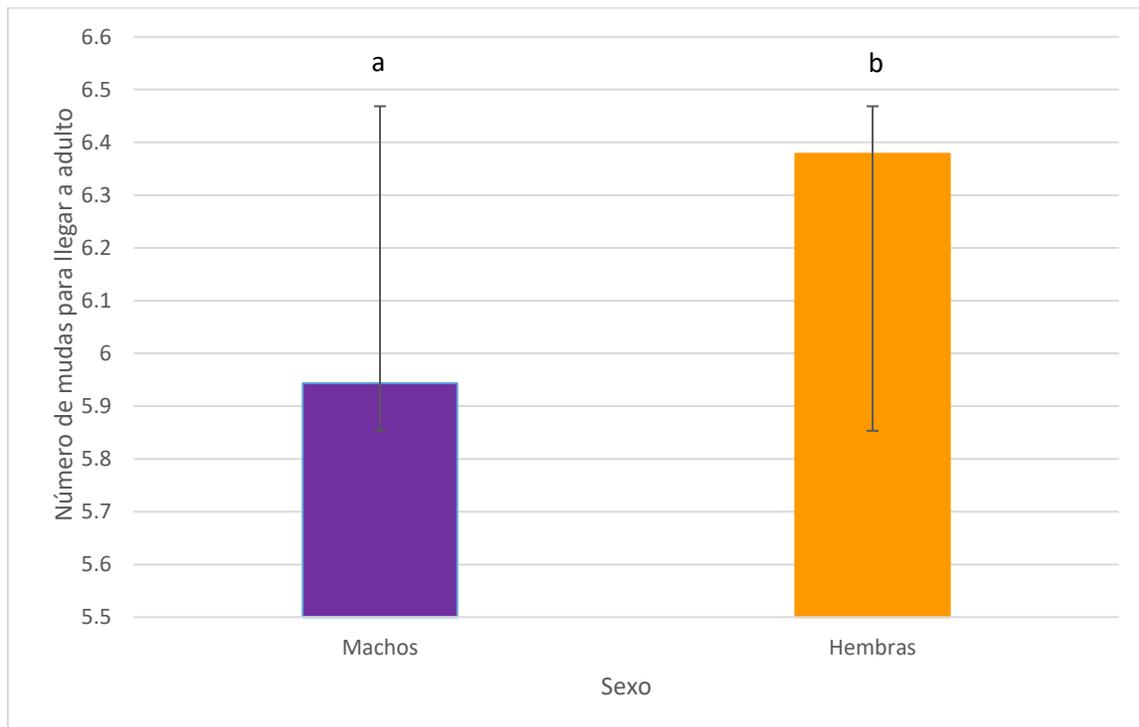


Figura 25. Promedio y error estándar del número de mudas en las que individuos machos y hembras de *Latrodectus mactans* llegaron a adultos alimentados con *Drosophila melanogaster*: mosca. Los promedios con letras distintas denotan diferencias significativas (P < 0.05).

8.2.2. Número de días

8.2.2.1. Machos

No se encontraron diferencias significativas al comparar el número de días en que los machos alcanzaron el estado adulto con cada dieta (U de Mann-Whitney = 996, T = 2038, n1 = 41, n2 = 53, P = 0.492; Tabla 8 y Fig. 26).

Tabla 8. Días en las que los machos de <i>Latrodectus mactans</i> llegaron a adulto en las diferentes dietas.					
Dieta	n	Valor mín	Valor máx	Media	Desv Est
<i>Ach dom</i>	41	101	200	130.853	25.281
<i>Dro mel</i>	53	85	240	129.83	34.307

*n=tamaño de muestra

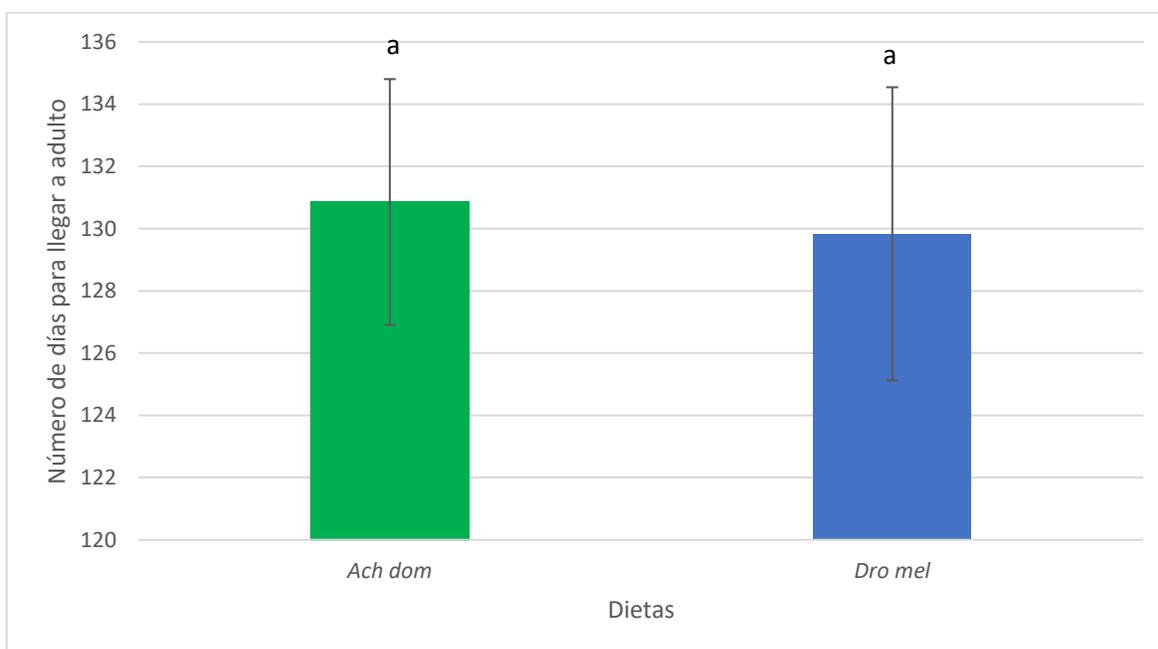


Figura 26. Promedio y error estándar del número de días que machos de *Latrodectus mactans* demoraron del primer estadio a adultos. No hay diferencias significativas entre las dietas (P > 0.05).

Dro mel: moscas, *Ach dom*: grillos.

8.2.2.2. Hembras

Se encontró que el número de días en que las hembras alcanzaron el estado adulto sí difiere significativamente dependiendo de la dieta (U de Mann-Whitney = 1383.0, T = 1392, n1 = 37, n2 = 56, P = 0.006), al alimentarlas con *A. domesticus* la duración del desarrollo a adulto toma más tiempo (Tabla 9 y Fig. 27).

Dieta	n	Valor mín	Valor máx	Media	Desv Est
<i>Ach dom</i>	56	102	285	174.25	32.899
<i>Dro mel</i>	37	89	247	154.675	41.381

*n=tamaño de muestra

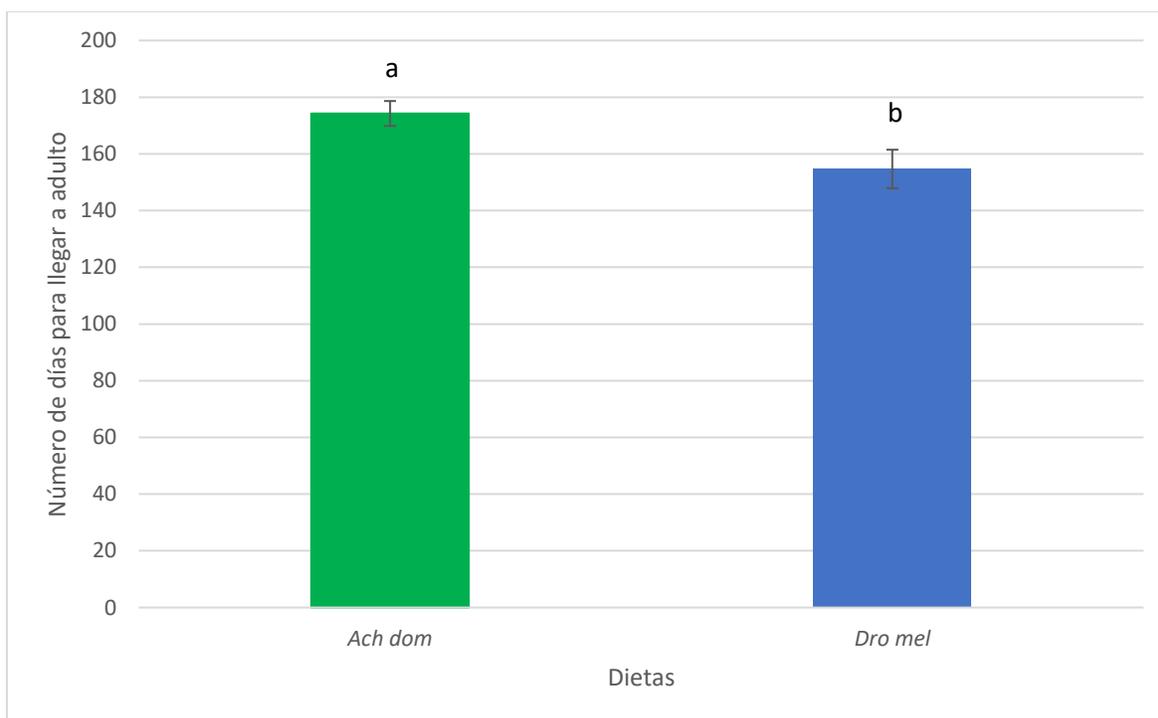


Figura 27. Promedio y error estándar del número de días que hembras de *Latrodectus mactans* demoraron del primer estadio a adultos. Los promedios con letras distintas denotan diferencias significativas (P < 0.05).

Dro mel: moscas, *Ach dom*: grillos.

8.2.2.3. Comparativa entre sexos

8.2.2.3.1. *Acheta domestica*

Se encontraron diferencias significativas entre los sexos al comparar los días en que los individuos alcanzaron el estado adulto, siendo alimentados con *A. domestica*. (U de Mann-Whitney = 1981.500, T = 1340.500, n1 = 44, n2 = 53, P = < 0.001) (Tabla 10 y Fig. 28).

Tabla 10. Comparación entre sexos en días en los que individuos de <i>Latrodectus mactans</i> llegaron a adulto con <i>Ach dom.</i>					
Dieta	n	Valor min	Valor máx	Media	Desv Est
Macho	44	101	200	130.853	25.281
Hembra	53	102	285	174.25	32.899

*n=tamaño de muestra

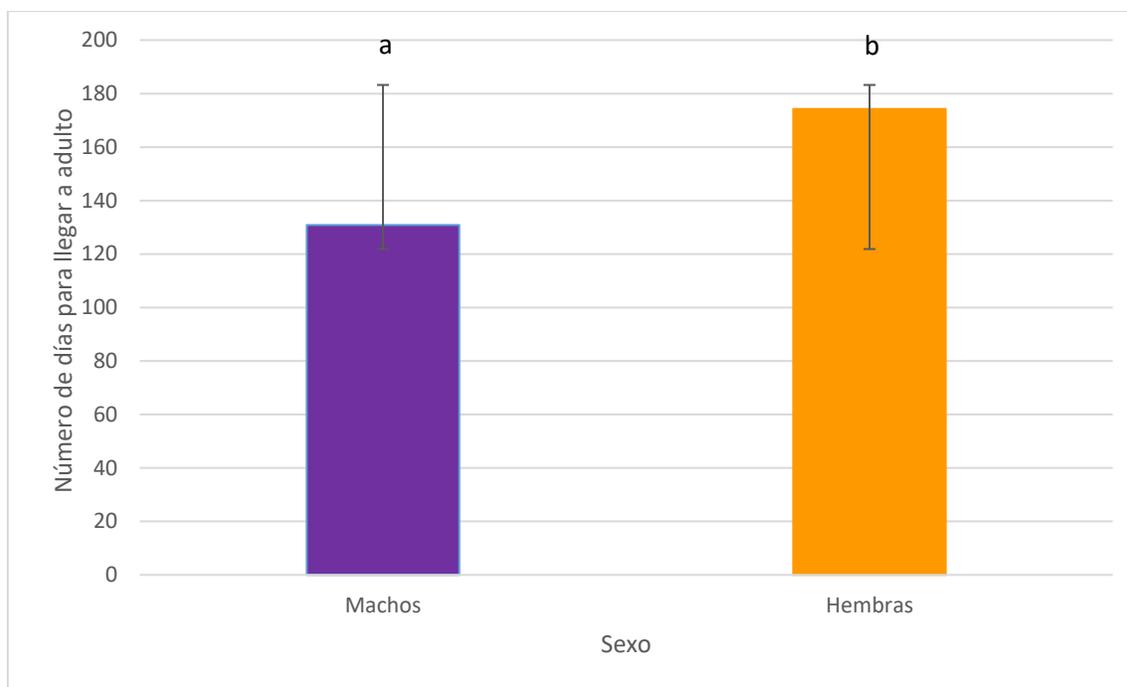


Figura 28. Promedio y error estándar del número de días en los que individuos machos y hembras de *Latrodectus mactans* llegaron a adultos alimentados con *Acheta domestica*: grillos. Los promedios con letras distintas denotan diferencias significativas (P < 0.05).

8.2.2.3.2. *Drosophila melanogaster*

Se encontraron diferencias significativas entre los sexos al comparar los días en que los individuos alcanzaron el estado adulto, siendo alimentados con *D. melanogaster* (U de Mann-Whitney = 627.000, T = 2233.000, n1 = 40, n2 = 51, P = < 0.001) (Tabla 11 y Fig. 29).

Tabla 11. Comparación entre sexos en días en los que individuos de *Latrodectus mactans* llegaron a adulto con *Dro mel.*

Dieta	n	Valor min	Valor máx	Media	Desv Est
Macho	51	85	240	129.83	34.307
Hembra	40	89	247	154.675	41.381

*n=tamaño de muestra

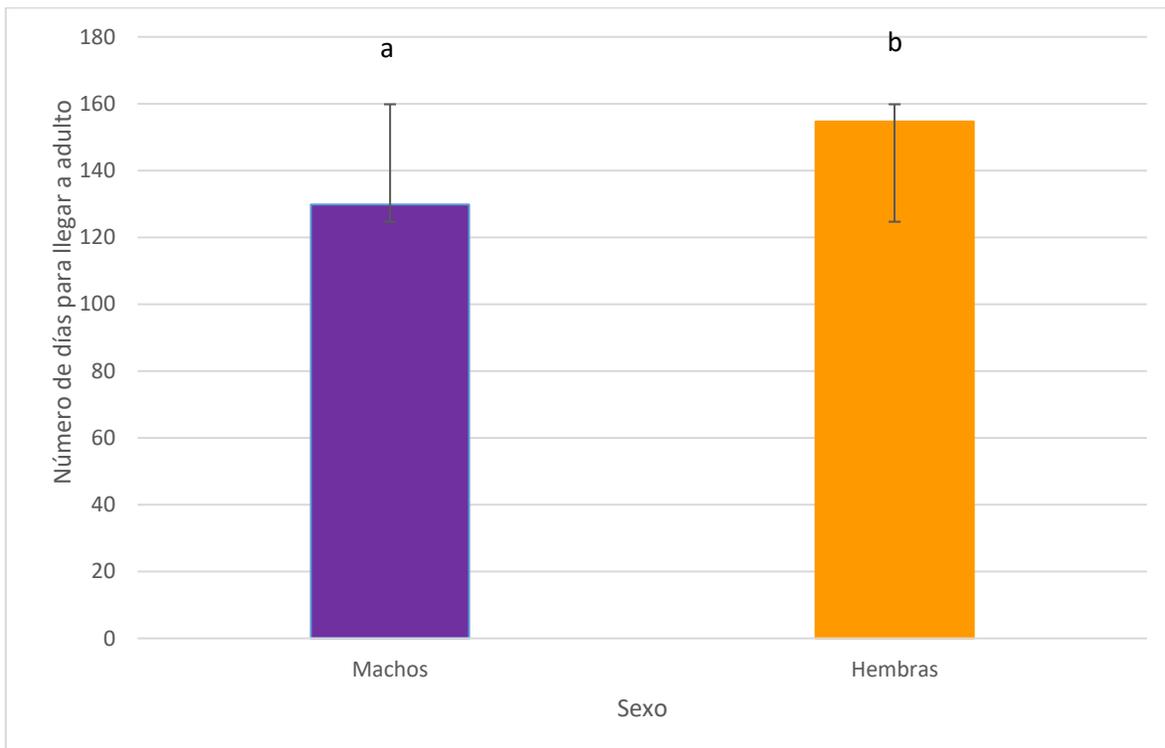


Figura 29. Promedio y error estándar del número de días para que individuos machos y hembras de *Latrodectus mactans* llegaran a adultos alimentados con *Drosophila melanogaster*: mosca. Los promedios con letras distintas denotan diferencias significativas (P < 0.05).

8.2.3. Medidas morfométricas

8.2.3.1. Tibia

8.2.3.1.1. Machos

No se encontraron diferencias significativas al comparar las longitudes de las tibias entre los machos que se alimentaron de *A domesticus* y *D. melanogaster* ($t = -0.599$, g.l. = 76, $P = 0.551$; Tabla 12 y Fig. 30).

Tabla 12. Longitud de la cuarta tibia derecha en machos de <i>Latrodectus mactans</i> en las diferentes dietas.					
Dieta	n	Valor mín	Valor máx	Media	Desv Est
Ach dom	38	1.02	3.65	2.356	0.551
Dro mel	40	1.04	3.3	2.426	0.465

*n=tamaño de muestra

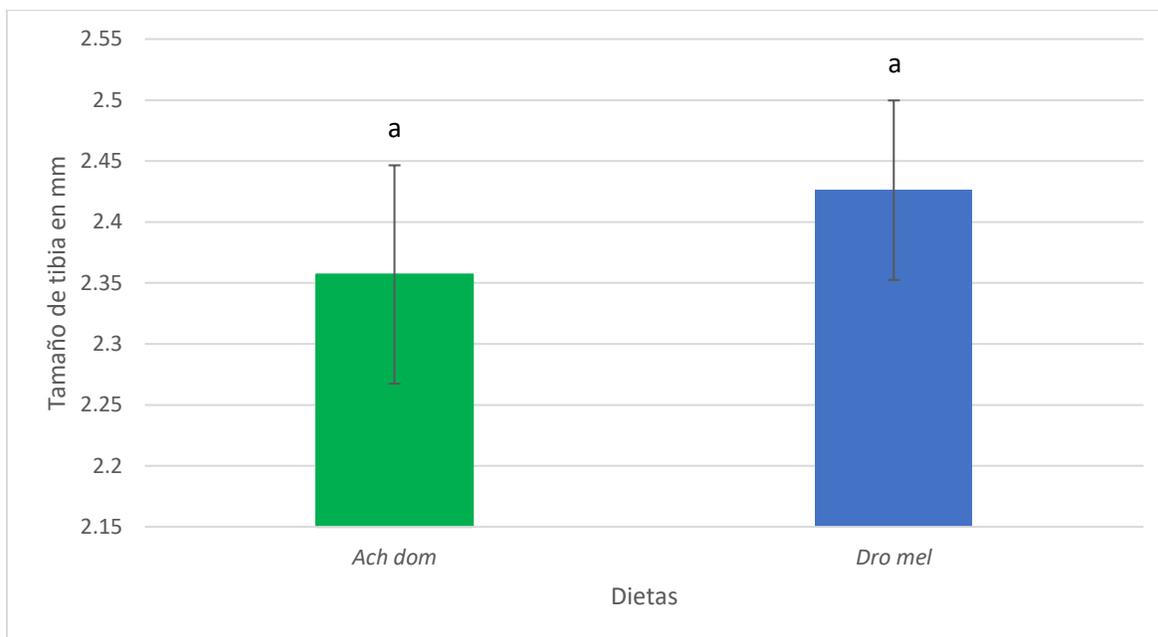


Figura 30. Promedio y error estándar de la longitud de la cuarta tibia derecha en machos de *Latrodectus mactans*. No hay diferencias significativas entre las dietas ($P > 0.05$).

Dro mel: moscas, *Ach dom*: grillos.

8.2.3.1.2. Hembras

Tampoco se encontraron diferencias significativas al comparar la longitud de las tibias entre las hembras que se alimentaron de *A. domesticus* y *D. melanogaster* ($t = -0.1933$, g.l. = 58, $P = 0.058$; Tabla 13 y Fig. 31).

Tabla 13. Longitud de la cuarta tibia derecha en hembras de <i>Latrodectus mactans</i> en las diferentes dietas.					
Dieta	n	Valor mín	Valor máx	Media	Desv Est
<i>Ach dom</i>	42	2.31	4.75	3.485	0.492
<i>Dro mel</i>	18	1.68	4.35	3.19	0.643

*n=tamaño de muestra

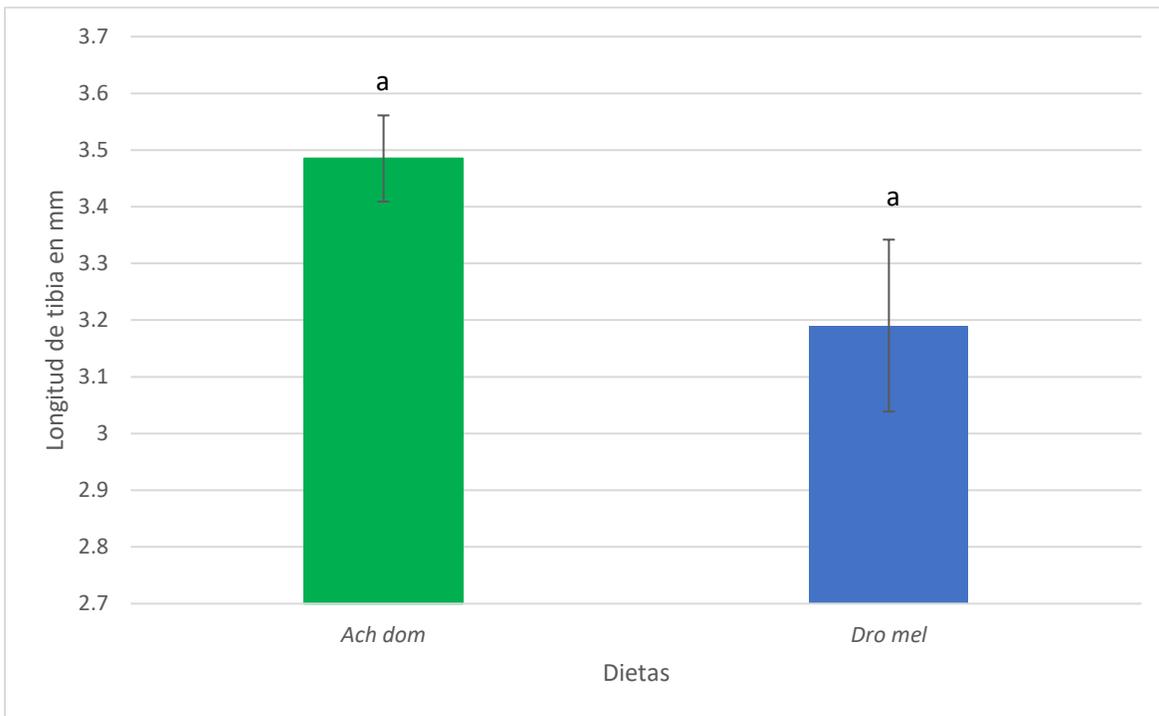


Figura 31. Promedio y error estándar la longitud de la cuarta tibia derecha en hembras de *Latrodectus mactans*. No hay diferencias significativas entre las dietas ($P > 0.05$).

Dro mel: moscas, *Ach dom*: grillos.

8.2.3.1.3. Comparativa entre sexos

8.2.3.1.3.1. *Acheta domesticus*

Se encontraron diferencias significativas al comparar las longitudes de las tibias entre los machos y hembras que se alimentaron con *A domesticus* ($t = -9.659$, g.l. = 78, $P = <0.001$; Tabla 14 y Fig. 32).

Sexo	n	Valor min	Valor máx	Media	Desv Est
Macho	38	1.02	3.65	2.356	0.551
Hembra	42	2.31	4.75	3.485	0.492

*n=tamaño de muestra

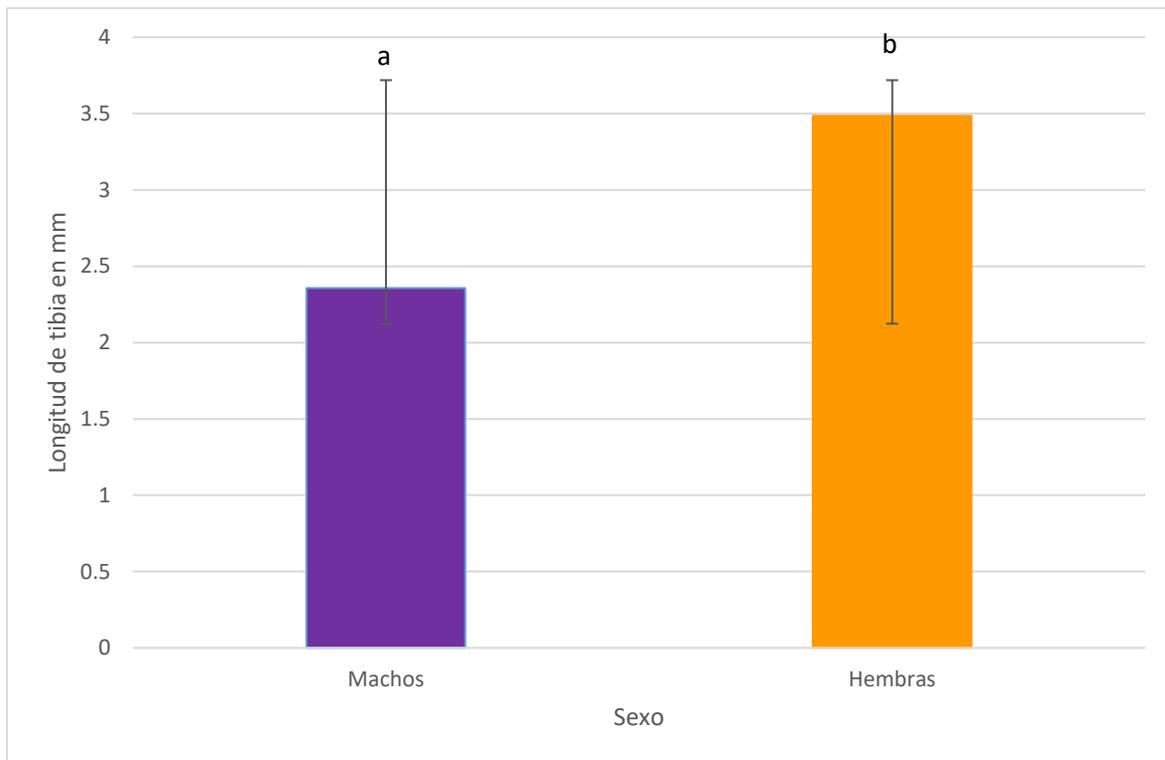


Figura 32. Promedio y error estándar de la longitud de la cuarta tibia derecha en individuos machos y hembras de *Latrodectus mactans* que llegaron a adultos alimentados con *Acheta domesticus*: grillos. Los promedios con letras distintas denotan diferencias significativas ($P < 0.05$).

8.2.3.1.3.2. *Drosophila melanogaster*

Se encontraron diferencias significativas al comparar las longitudes de las tibias entre los machos y hembras que se alimentaron con *D. melanogaster* ($t = 785.500$, g.l. = 18, $P = < 0.001$; Tabla 15 y Fig. 33).

Tabla 15. Comparación entre sexos de la longitud de la cuarta tibia derecha en individuos de *Latrodectus mactans* con *Dro mel.*

Sexo	n	Valor min	Valor máx	Media	Desv Est
Macho	40	1.04	3.3	2.426	0.465
Hembra	18	1.68	4.35	3.19	0.643

*n=tamaño de muestra

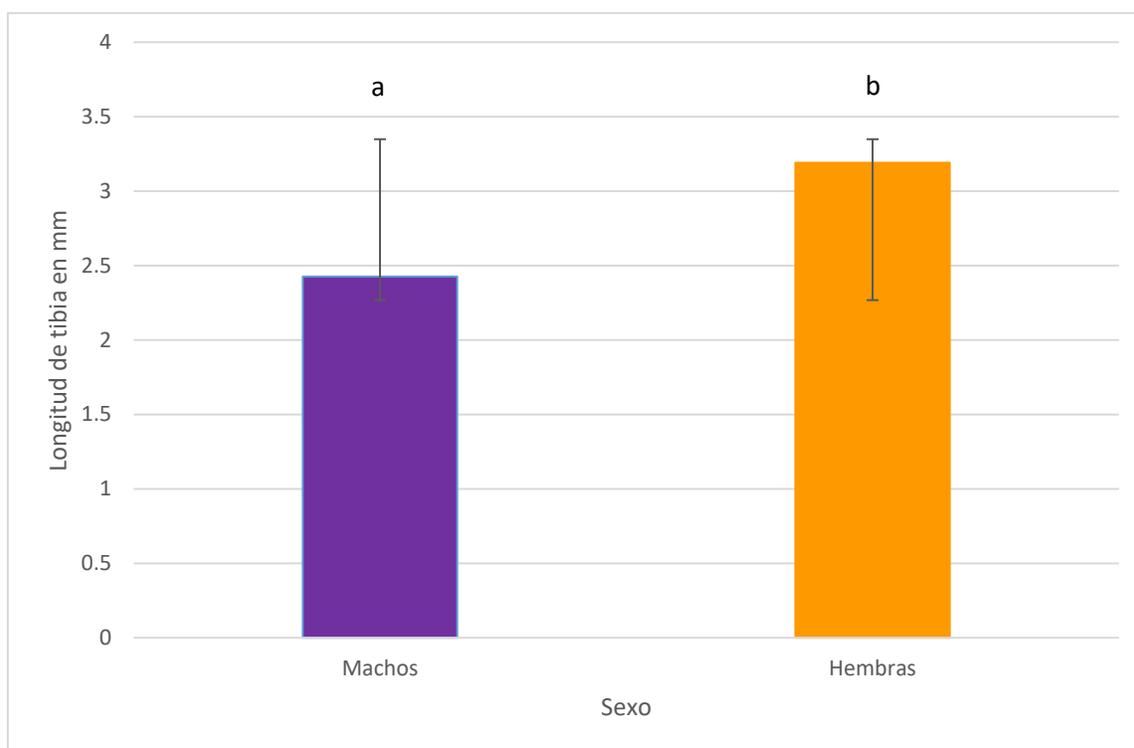


Figura 33. Promedio y error estándar de la longitud de la cuarta tibia derecha en individuos de *Latrodectus mactans* llegaron a adultos alimentados con *Drosophila melanogaster*: mosca. Los promedios con letras distintas denotan diferencias significativas ($P < 0.05$).

8.2.3.2. Fémur

8.2.3.2.1. Machos

No se encontró diferencia significativa al comparar la longitud del fémur de los machos que se alimentaron de *A. domesticus* y *D. melanogaster* ($t = -0.305$, g.l. = 75, $P = 0.761$; Tabla 16 y Fig. 34).

Dieta	n	Valor mín	Valor máx	Media	Desv Est
<i>Ach dom</i>	38	1.6	4.15	2.958	0.511
<i>Dro mel</i>	39	2.2	4.05	2.992	0.472

*n=tamaño de muestra

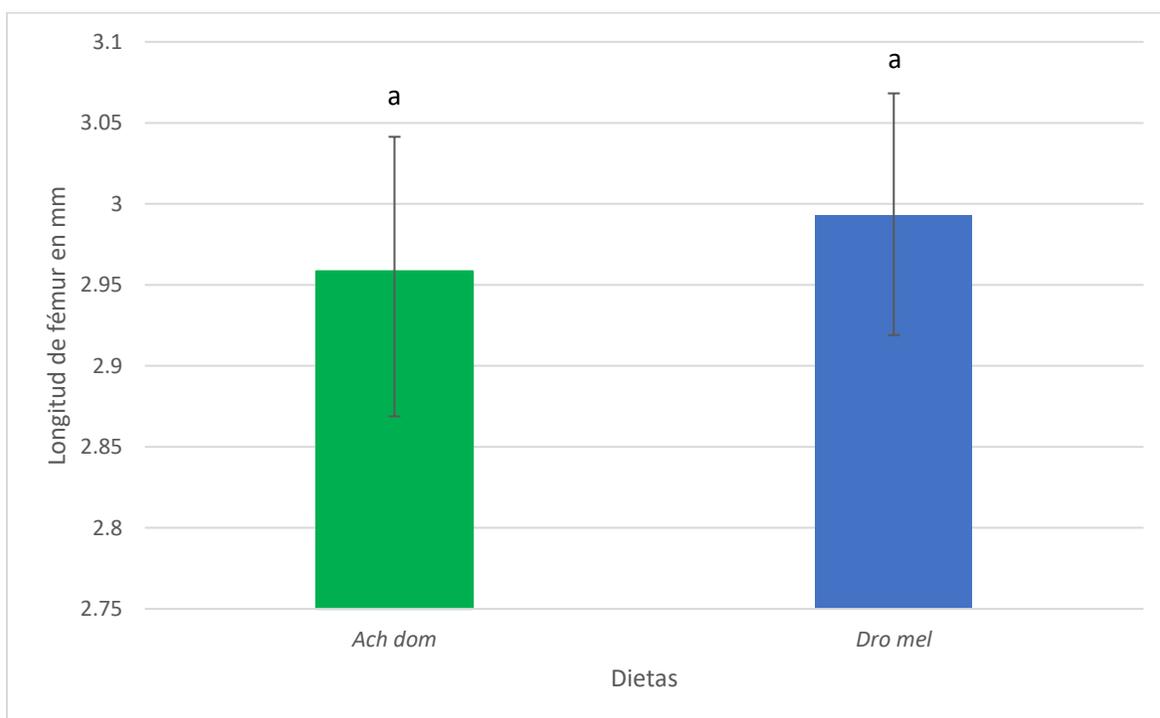


Figura 34. Promedio y error estándar de la longitud del cuarto fémur derecho en machos de *Latrodectus mactans*. No hay diferencias significativas entre las dietas ($P > 0.05$).

Dro mel: moscas, *Ach dom*: grillos.

8.2.3.2.2. Hembras

No se encontró diferencia significativa al comparar la longitud del fémur de las hembras que se alimentaron de *A. domesticus* y *D. melanogaster* (U de Mann-Whitney = 465.50, T = 522.500, n1 = 19, n2 = 42, P = 0.303; Tabla 17 y Fig. 35).

Tabla 17. Longitud del cuarto fémur derecho en hembras de <i>Latrodectus mactans</i> en las diferentes dietas.					
Dieta	n	Valor mín	Valor máx	Media	Desv Est
<i>Ach dom</i>	42	3.234	5.2	4.529	0.424
<i>Dro mel</i>	19	2.125	6.2	4.224	1.044

*n=tamaño de muestra

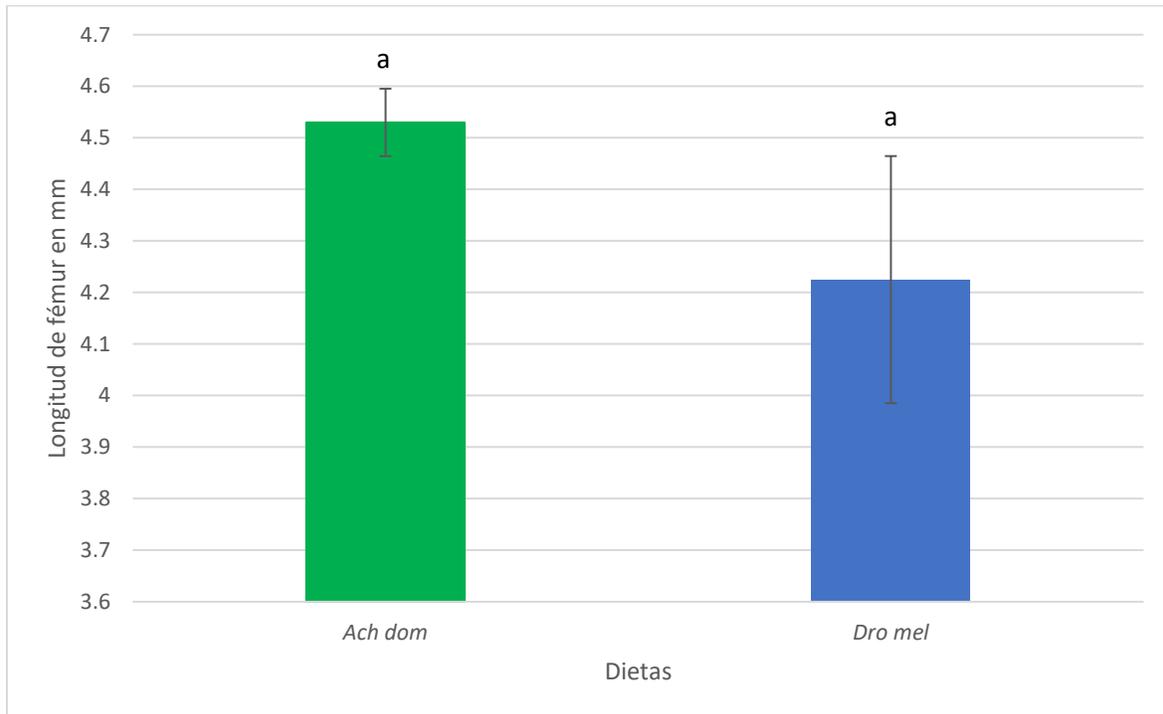


Figura 35. Promedio y error estándar de la longitud del fémur en hembras de *Latrodectus mactans*. No hay diferencias significativas entre las dietas ($P > 0.05$).

Dro mel: moscas, *Ach dom*: grillos.

8.2.3.2.3. Comparativa entre sexos

8.2.3.2.3.1. *Acheta domesticus*

Se encontró una diferencia significativa al comparar la longitud del fémur de ambos sexos que se alimentaron de *A. domesticus*, siendo las hembras las que tuvieron un fémur de mayor longitud ($t = -15.004$, g.l. = 78, $P = < 0.001$; Tabla 18 y Fig. 36).

Tabla 18. Comparación entre sexos de la longitud del cuarto fémur derecho en individuos de *Latrodectus mactans* con *Ach dom.*

Dieta	n	Valor min	Valor máx	Media	Desv Est
Macho	38	1.6	4.15	2.958	0.511
Hembra	42	3.234	5.2	4.529	0.424

*n=tamaño de muestra

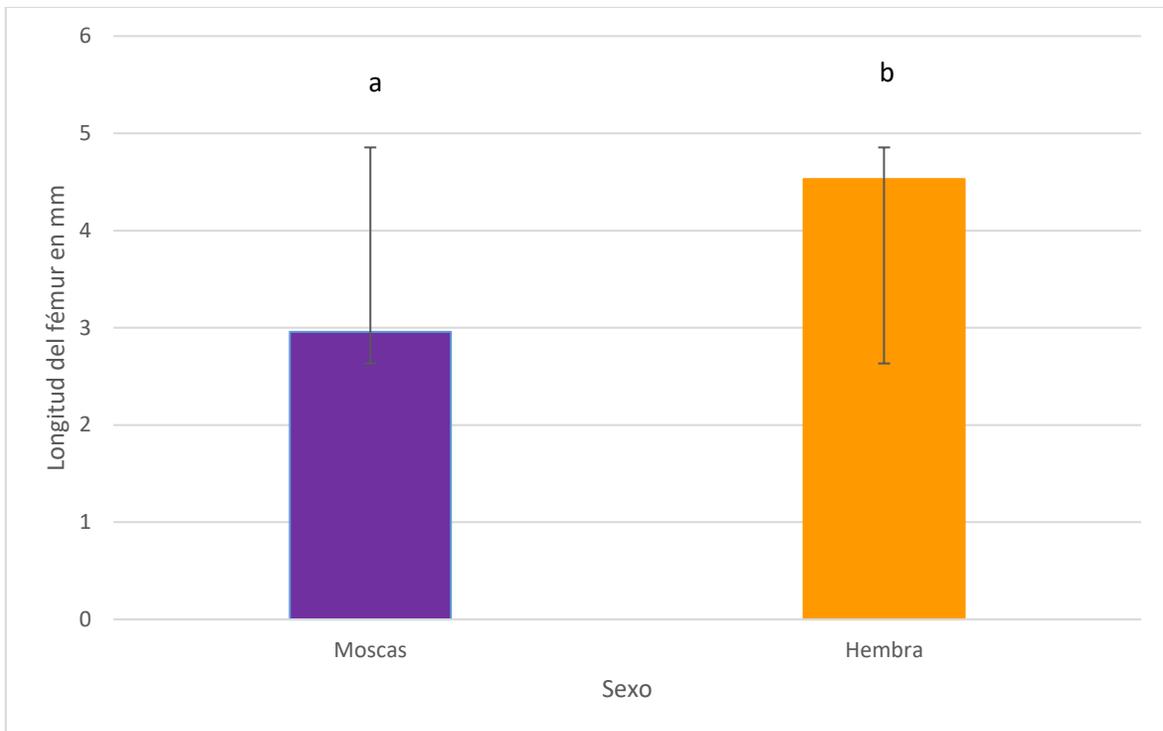


Figura 36. Promedio y error estándar de la longitud del cuarto fémur derecho en individuos machos y hembras de *Latrodectus mactans* que llegaron a adultos alimentados con *Acheta domesticus*: grillos. Los promedios con letras distintas denotan diferencias significativas ($P < 0.05$).

8.2.3.2.3.2. *Drosophila melanogaster*

No se encontró diferencia significativa al comparar la longitud del fémur de ambos sexos mque se alimentaron de *D. melanogaster* (U de Mann-Whitney = 127.000, T = 804.000, n1 = 19, n2 = 39, P = < 0.001; Tabla 19 y Fig. 37)

Tabla 19. Comparación entre sexos de la longitud del cuarto fémur derecho en individuos de *Latrodectus mactans* con *Dro mel.*

Dieta	n	Valor min	Valor más	Media	Desv Est
Macho	39	2.2	4.05	2.992	0.472
Hembra	19	2.125	6.2	4.224	1.044

*n=tamaño de muestra

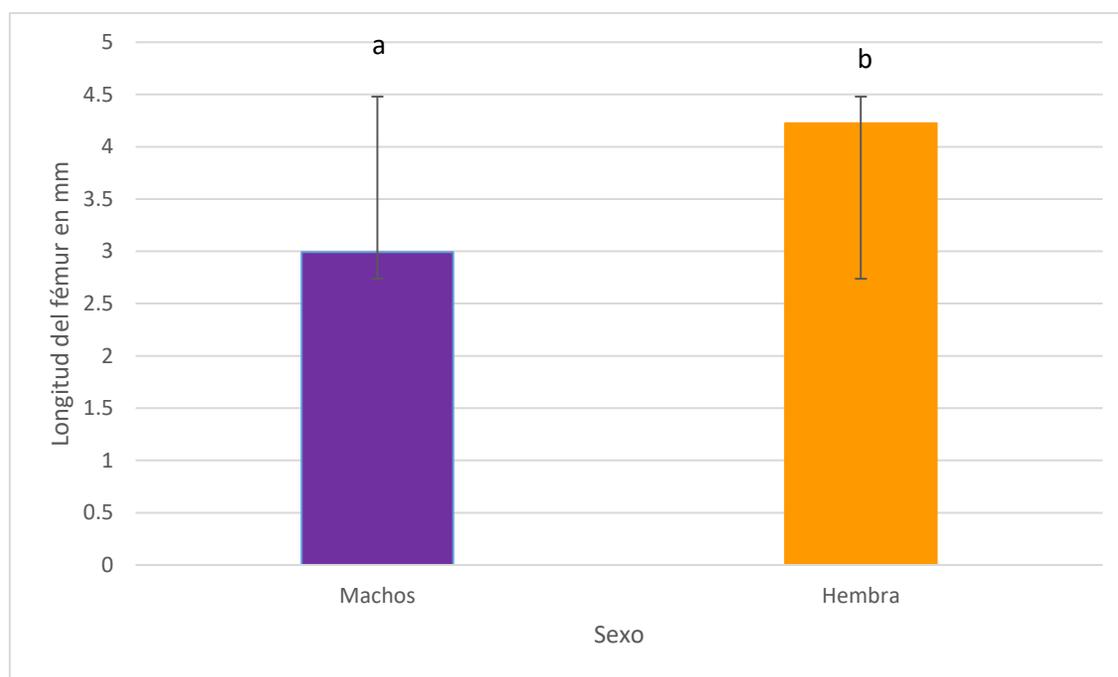


Figura 37. Promedio y error estándar de la longitud del cuarto fémur derecho en individuos machos y hembras de *Latrodectus mactans* que llegaron a adultos alimentados con *Drosophila melanogaster*: mosca. Los promedios con letras distintas denotan diferencias significativas (P < 0.05).

8.2.4. Comportamiento sexual

La incidencia de las variables utilizadas para describir el comportamiento sexual de las 20 parejas formadas durante el experimento fue representada en porcentajes (Tabla 20 y Fig. 38).

En cuanto a la actividad alta, se observó la misma frecuencia en ambos grupos dietéticos, registrándose tres parejas por cada uno. Esta conducta se manifestó principalmente durante el primer día de interacción entre machos y hembras. Por otro lado, la actividad media se presentó en dos parejas alimentadas con *D. melanogaster* y en cinco parejas del grupo alimentado con *A. domesticus*. La actividad nula se registró en una pareja del grupo con dieta de *A. domesticus*, mientras que el grupo alimentado con *D. melanogaster* presentó una incidencia en seis parejas.

La reacción agresiva por parte de la hembra se documentó únicamente en el 10 % de las parejas ($n = 2$), ambos pertenecientes al grupo con dieta de *D. melanogaster*. Sin embargo, esta agresividad no se correlacionó directamente con los casos de canibalismo sexual, ya que este comportamiento fue registrado en el 45 % del total de parejas ($n = 9$). De estos casos, cuatro ocurrieron en el grupo alimentado con *A. domesticus* y cinco en el de *D. melanogaster*, sugiriendo que la dieta no tuvo una influencia clara sobre la ocurrencia del canibalismo. El canibalismo fue postcópula solamente en dos parejas alimentadas con *A. domesticus*, mientras que el resto fue precópula ($n = 7$).

La cópula se registró únicamente en dos parejas del grupo alimentado con *A. domesticus*. En una de ellas se observó directamente el apareamiento, mientras que en la otra fue inferido a través de la ruptura de los espiráculos en los pedipalpos del macho. En ambos casos, las hembras elaboraron un ovisaco, aunque de ninguno eclosionaron crías. Cabe señalar que en ambas parejas en las que se evidenció cópula, también se produjo canibalismo sexual posterior a la cópula.

Por último, otras conductas como el roce de extremidades del macho hacia la hembra y la modificación de la red por parte del macho tuvieron una incidencia

muy baja. El primer comportamiento fue observado de manera ocasional por dos parejas de cada dieta, mientras que la alteración de la telaraña construida por la hembra se registró en un único caso con la dieta de *A. domesticus*.

Tabla 20. Porcentajes de ocurrencia de las conductas sexuales observadas en las diferentes dietas.

DIETA - PAREJAS		TOTAL (20 parejas)	<i>Dro mel</i> (11 parejas)	<i>Ach dom</i> (9 parejas)
VARIABLE		%	%	%
Actividad	Alta	30%	27.27%	33.33%
	Baja	35%	18.18%	55.56%
	Nula	35%	54.55%	11.11%
Reacción agresiva por parte de la H		10%	18.18%	0%
Roce de extremidades por parte del M		20%	18.18%	22.22%
Modificación en la red por parte del M		5%	0%	11.11%
Cópula		10%	0%	22.22%
Canibalismo sexual		45%	45.45%	44.44%

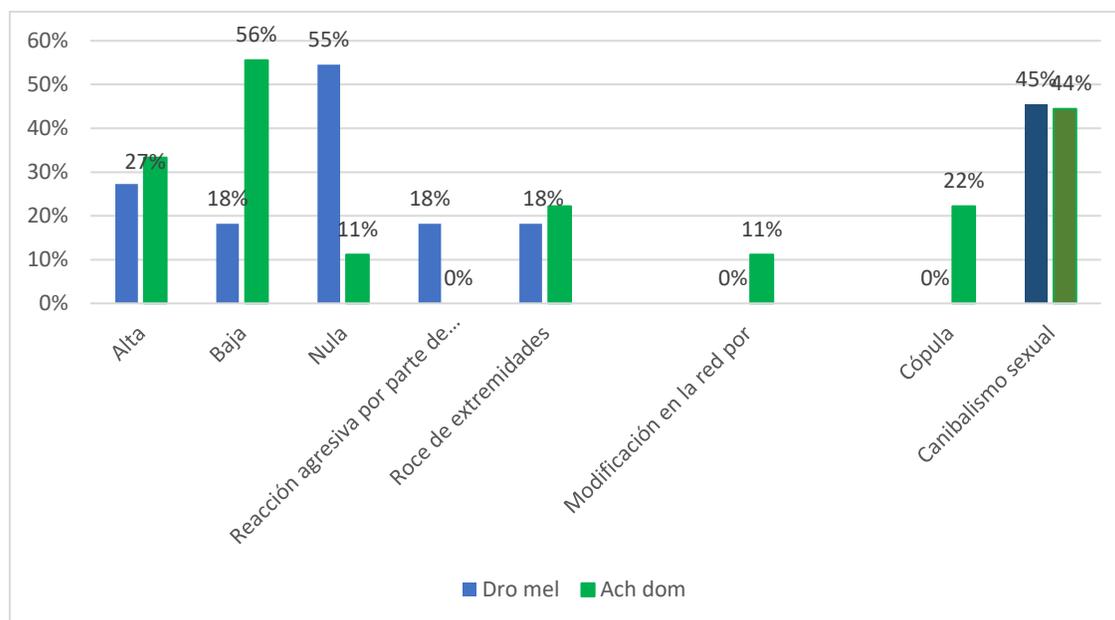


Figura 38. Frecuencia de variables sobre comportamiento sexual de las parejas de *Latrodectus mactans* bajo las dietas *Dro mel* (mosca) y *Ach dom* (grillo).

8.2.5. Supervivencia

Al comparar la supervivencia total (machos y hembras) entre las dos dietas (*D. melanogaster* y *A. domesticus*), no se encontraron diferencias significativas ($\text{Chi}^2 = 0.016$, g.l. = 2,2, $P = 0.898$; Tabla 21 y Fig. 39). Tampoco se encontró que la supervivencia difiriera significativamente entre las dietas al comparar los machos ($\text{Chi}^2 = 0.989$, g.l. = 2,2, $P = 0.320$; Tabla 22 y Fig. 40) y las hembras ($\text{Chi}^2 = 0.951$, g.l. = 2,2, $P = 0.329$; Tabla 22 y Fig. 41).

Tabla 21. Supervivencia total de individuos de <i>Latrodectus mactans</i> con diferentes dietas hasta el estado adulto. <i>Dro mel</i> : moscas, <i>Ach dom</i> : grillos.			
Dieta	N	Supervivientes	%
<i>Dro mel</i>	174	90	51.72%
<i>Ach dom</i>	190	97	51.05%

*n=tamaño de muestra

*Ind. Ad. =Individuos que llegaron a adultos

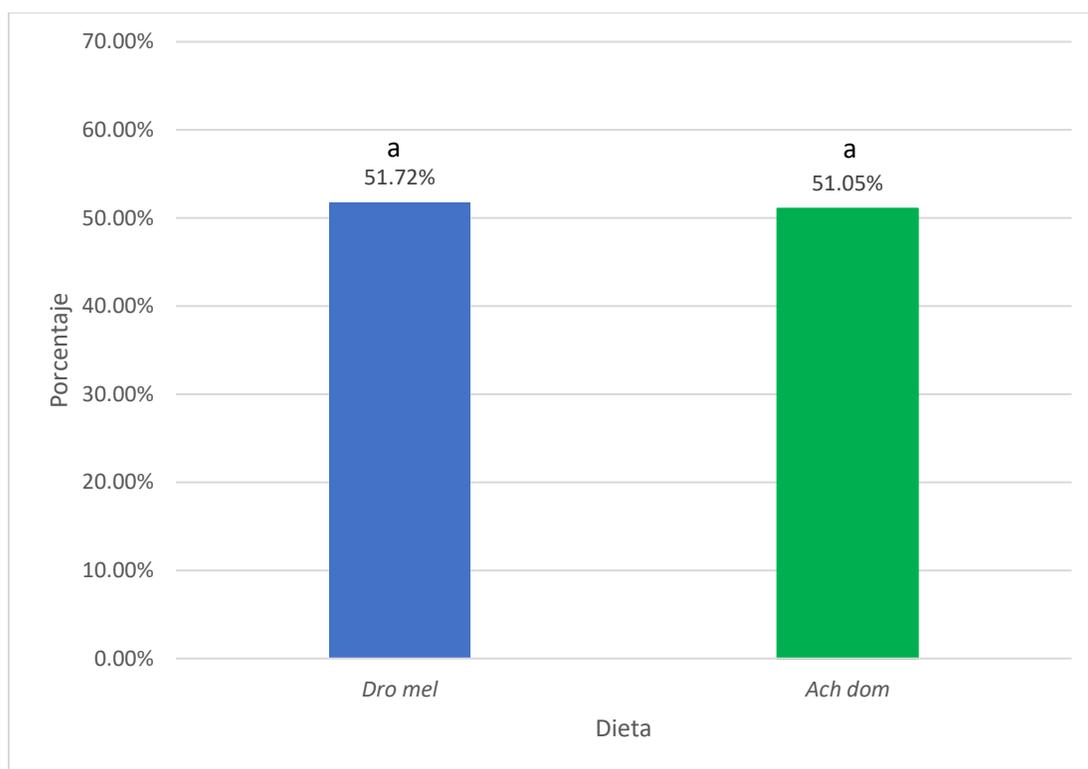


Figura 39. Promedio de supervivencia total de *Latrodectus mactans* clasificada por dietas. La supervivencia no difirió significativamente entre las dos dietas ($\text{Chi}^2 = 0.016$, g.l. = 2,2, $P = 0.898$).

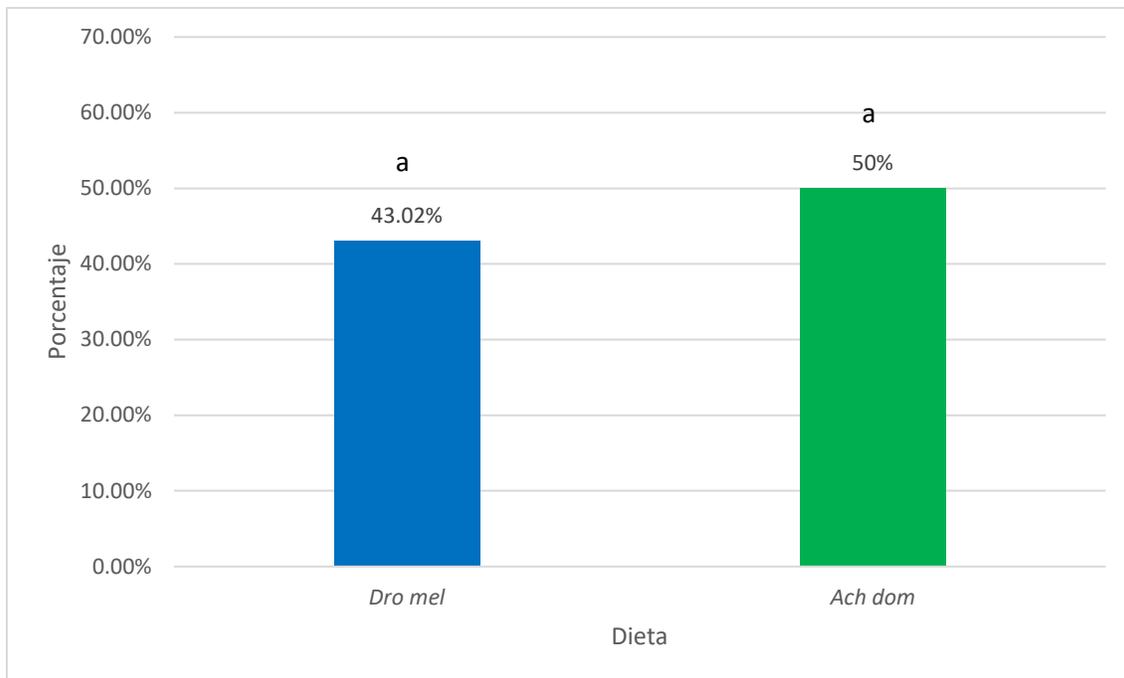


Figura 41. Porcentaje de la supervivencia en hembras de *Latrodectus mactans* clasificada por dietas: *Dro mel*: moscas, *Ach dom*: grillos.. La supervivencia no difirió significativamente entre las dos dietas ($\text{Chi}^2 = 0.951$, g.l. = 2,2, $P = 0.329$).

9. DISCUSIÓN

El estudio de los factores ecológicos como la dieta y su impacto en el desarrollo postembrionario de las arañas ha sido escasamente abordado, incluso en el género *Latrodectus*, que es de importancia médica toxicológica. El desarrollo postembrionario en este género fue investigado principalmente durante el siglo pasado.

En el estudio preliminar que se realizó para identificar las dos dietas que garantizaran la mayor supervivencia de las arañas, se obtuvo un porcentaje de supervivencia total (considerando desde la emergencia del ovisaco al llegar a adultos, e independientemente del sexo y dieta proporcionada) del 15.63%, donde la dieta con *Camponotus* sp. resultó ser la que tuvo mayor impacto negativo sobre la supervivencia de *L. mactans*. El efecto negativo de *Camponotus* sp. sobre la supervivencia de las arañas probablemente se debió al comportamiento defensivo y secreciones tóxicas de las hormigas (Jones et al., 2021; Xu et al. 2023) ya que se observó la reacción defensiva de las hormigas en repetidas ocasiones, atacando con sus mandíbulas a las arañas juveniles. La dieta con *T. molitor* también generó alta mortalidad, atribuible a su tamaño y posesión de mandíbulas con las cuales le es posible defenderse (Downes, 1987), pues se observó en múltiples casos tenebrios destrozando a las arañas. La dieta constituida por *A. domesticus* causó una mortalidad intermedia ($\approx 50\%$) ligada a la dificultad de caza, pues si bien, no se observó que los individuos de esta especie tuvieran reacciones defensivas hacia las arañas, sí se observó que esta evadía ser consumida, por lo que en repetidas ocasiones las arañas dejaban de esforzarse por cazarlas; además, nutrimentalmente es una dieta rica en proteínas y lípidos de alta digestibilidad (Koemel et al., 2018). *Drosophila melanogaster* destacó por ser una dieta en la que se presentó la mayor tasa de supervivencia, observándose que esta presa no presentaba dificultad para ser capturada por las arañas. Por lo tanto, los regímenes alimenticios seleccionados para el estudio principal fueron *A. domesticus* y *D. melanogaster*, pues representaron ser las dietas con una menor dificultad de caza

e ingesta, asegurando una mayor supervivencia y a su vez, mayor cantidad de repeticiones experimentales.

La supervivencia total de las arañas en el estudio principal fue del 21.66%, beneficiado por la selección de dietas. Sin embargo, el 21.66 % de supervivencia sigue siendo bajo en comparación con algunos estudios como el de Forster y Kingsfort (1983) quienes reportaron una supervivencia de 96% en las especies *L. katipo* y *L. atritus*. Al comparar los resultados de estos autores con los obtenidos con la dieta aplicada en este estudio, la principal diferencia probablemente fue la especie utilizada para la alimentación, pues en Forster y Kingsfort (1983) se implementó *Musca domestica* como la dieta principal una vez que los individuos llegaban al cuarto estadio, a partir de este ajuste de dieta, se registró una tasa de crecimiento mayor a las obtenidas en mudas anteriores mientras se alimentaban con *D. melanogaster* (Forster y Kingsfort 1983). El que *M. domestica* sea una presa más grande y no represente riesgo por pocas actitudes defensivas, conlleva a un esfuerzo de caza menor, mayor alimento y posiblemente una mejor calidad nutricional, hablando de la composición de contenido biomolecular.

En el presente trabajo no se encontraron mudas dentro del ovisaco, como lo describen Blair (s. f.), Forster y Kingsfort (1983), Herms et al. (1935), y Costall (2006). La humedad juega un papel muy importante en la eclosión del huevo, facilitando la ruptura de este al igual que el proceso de muda (Forster y Kingsfort, 1983), por lo que posiblemente esta diferencia se deba al nivel de humedad en el que se encontraban los ovisacos, pues este se mantuvo como si se tratara de un individuo ya eclosionado a $\approx 55\%$, siendo que los autores mencionados aumentaron la humedad a $\approx 75\%$. Es probable que en este estudio las arañas emergieron del ovisaco para mudar fuera de este, en donde la humedad probablemente era mayor.

González (1979) reportó que los individuos de *L. mactans* alcanzan la tercera muda en un periodo de entre 5 y 6 días; sin embargo, en esta tesis, aunque no se obtuvo ese dato de forma precisa, sí se observó que los individuos alcanzaron la tercera muda aproximadamente a los 45 días después de haber emergido del ovisaco, evidenciando una diferencia notable en el tiempo de desarrollo,

posiblemente relacionada con la variación dietética, pues el autor utilizó *Musca domestica* y *Acromyrmex lundi*, el rango de temperatura fue el mismo, sin embargo no registró la humedad establecida.

En cuanto al número de mudas necesarias para alcanzar la adultez en hembras, Illingworth (1931) y González (1984) con *L. mactans* reportaron entre ocho y nueve mudas, Shulov (1940) en *L. tredecimguttatus*, Smithers (1944) con *L. indistinctus*, Costall (2006) con *L. katipo*, Kavale (1986), Mohamed y Amr (2015) y Lawson (1933) con *L. mactans* registraron ocho mudas; Lawson y Kansas (1933), Forster y Kingsford (1983); Forster (1984), entre siete y ocho, y Mohafez (2015), Herms et al. (1935) y Thorp y Woodson (1945) registraron el número de mudas más bajos, teniendo entre seis y ocho. En este estudio se obtuvieron en valor de las medias entre 6.3 a 7, siendo *Acheta domesticus* la de mayor número, en comparación a *Drosophila melanogaster*. Respecto a *L. mactans*, comparando este estudio con el de González publicado en 1984, ella no menciona si los valores reportados son el rango de las medias o de los valores registrados, de ser los valores reales, estos coinciden perfectamente con los obtenidos, sin embargo, de ser el rango de medias la diferencia podría deberse a la dieta impartida, pues González utilizó *Musca domestica* y *Acromyrmex lundi*. En comparación a otras especies del género, con base en la cantidad de mudas registradas, esta es bastante similar, siendo probablemente patrones genéticos en *Latrodectus*.

Respecto a las mudas de los machos, Herms et al. (1935), así como, Thorp y Woodson (1945) en *L. geometricus* reportaron la menor cantidad registrada, pues tienen resultados de entre tres y seis estadios; seguidos por Mohafez (2015) también para *L. geometricus* y Lawson (1933) en *L. mactans* con sólo cuatro; Shulov (1940) en *L. pallidus* registró de cuatro a cinco, seguido por Cariaso (1967), Forster (1984), Forster y Kingsford (1983), quienes registraron en *L. mactans*, *L. katipo* y *L. atritus* solamente cinco mudas; los registros con mayor número de mudas son los de Costall (2006) y González (1984) con *L. katipo*; *L. diaguita* y *L. mirabilis* reportando de seis a siete mudas. En esta tesis se obtuvo el registro de una media de seis mudas, sin diferencias significativas entre las dietas. Al comparar los

resultados de Lawson (1933) quien registró cuatro y Forster y Kingsford (1983) con cinco mudas para la especie *L. mactans*, existe una diferencia con el rango obtenido de cinco a ocho, posiblemente se deba al formato *ad libitum* y tipos de dietas utilizados en este experimento, así como la habilidad de caza de cada macho, permitiendo un rango mayor, que incluso es compatible con los registros en otras especies del género.

En relación con el tiempo requerido para alcanzar la madurez se han reportado registros de 119 a 133 días en *L. katipo* (Costall, 2006; Kavale, 1986; Herms et al., 1935), de 30 a 60 días en *L. mactans* (Illingworth, 1931) o de 60 a 120 días también en *L. mactans* (Lawson, 1933; Thorp y Woodson, 1945) sin hacer distinción entre sexos. Clasificándolas por sexo se han reportado para *L. mactans* entre 110 y 120 días en hembras y de 95 a 110 días en machos (Lawson y Kansas, 1933); mientras que en otros registros el número de días en los machos disminuye considerablemente con 58.83 días en machos, 166.16 días en hembras en *L. tredecimguttatus* (Mohamed y Amr, 2015) o 50.53 días en machos y 157.57 días en hembras en *L. geometricus* (Mohafez, 2015). En este trabajo, el número de días que demoraron los individuos en alcanzar la adultez fue con una media de 130 días sin presentar diferencias significativas entre las dietas, mientras que las hembras alimentadas con *A. domesticus* alcanzaron la adultez más lento que con *D. melanogaster*, con un promedio de 174.25 y 154.67 días, respectivamente. Estos resultados muestran que el desarrollo de *L. mactans* puede acelerarse o ralentizarse según la calidad y accesibilidad de la dieta, como también lo sugieren Forster y Kingsford (1983), quienes demostraron que los cambios de presa pueden modificar el tiempo entre mudas y crecimiento. Autores como Illingworth (1931) y Lawson y Kansas (1933) han utilizado dietas complejas en el manejo en cautiverio de *L. mactans*, utilizando presas de distintos grupos taxonómicos, permitiéndole a las arañas obtener una mejor variedad de nutrientes, posiblemente a ello se deba la variación entre los resultados previamente mencionados.

Baxter (1949) analizó el efecto de cuatro regímenes alimenticios en el número de mudas de *L. mactans* para alcanzar la madurez. Al primero le dio de comer de

forma diaria, al segundo cada dos días, al tercero cada cuatro y al cuarto le daba en formato *ad libitum*, los cuatro grupos fueron alimentados de *D. melanogaster* en las primeras cuatro mudas, para posteriormente alimentarlos con larvas del escarabajo *T. molitor* y la mosca *Calliphora* sp. La cantidad y frecuencia en las que las presas eran ofrecidas tuvieron una relación negativa con la cantidad de mudas, pues tanto en hembras como en machos, a mayor cantidad de alimento tuvieron menos mudas, lo cual sugiere que la cantidad de nutrientes está relacionada negativamente con el número de mudas. El formato de dieta *ad libitum* llevó a que los ejemplares llegaran a adultos en un menor número de mudas y periodo de tiempo menor, permitiéndole a los ejemplares tener una temporada reproductiva más amplia. Comparando el punto anterior con esta tesis, considerando que el formato en cantidad fue el mismo la mejor dieta fue *D. melanogaster*, pues ambas representaron un menor tiempo de desarrollo, así como menos mudas. Baxter (1949) mencionó que además de los aspectos analizados en su estudio (cantidad de días y mudas) hay otros factores importantes al delimitar qué dieta es mejor, como la diferencia entre individuos de una especie respecto a los nutrientes, así como la cantidad consumida y el esfuerzo de caza; los factores ambientales como temperatura y humedad, o aspectos ligados a la constitución genética relacionadas a la tasa de crecimiento propio de la araña, como lo es la tasa metabólica.

Referente al tamaño corporal, se infirió con base en la longitud de la cuarta tibia derecha, adquirida en las hembras de *L. mactans*. Lawson y Kansas (1933) reportaron que el promedio de las tibias anteriores tenía una longitud entre 5 a 5.9 mm, estas medidas son mayores que las encontradas en este trabajo. Con un rango de las medias de 3.19 a 3.48 mm, los mayores tamaños se deben a la dieta con *A. domesticus*, sin embargo, con apoyo de los análisis estadísticos, la diferencia no resultó ser significativa. La discrepancia entre las longitudes obtenidas posiblemente se deba a que las arañas del ensayo de Lawson y Kansas (1933) fueron alimentadas con presas pertenecientes a diferentes grupos taxonómicos (Araneae, Hemiptera, Orthoptera y Diptera), además de que la extremidad que utilizaron estos autores fue la primer pata derecha, mientras que en esta tesis se utilizó la cuarta, con el objetivo de evitar un sesgo, pues el primer par de patas

pueden estar sometidas a presiones de selección sexual (Foellmer y Fairbairn, 2004).

Considerando los resultados de Lawson y Kansas (1933), Baxter (1949) y los obtenidos en este proyecto, el número de días y mudas que un individuo requiera para madurar, no presenta relación con el tamaño adquirido, sin embargo, un desarrollo precoz permitiría tener un periodo reproductivo más largo, mientras que un mayor tamaño está relacionado con una mejor selección sexual. Respecto a las medidas correspondientes a la longitud de la tibia de los machos o fémur de ambos sexos, no fue un aspecto evaluado por los autores mencionados con anterioridad.

Al comparar el número de mudas y el tiempo que tardaron los individuos de ambos sexos en alcanzar la etapa adulta, se observó que las hembras presentan valores significativamente mayores que los machos. Esta diferencia se puede explicar por una adaptación evolutiva, ya que los machos maduran y mueren en un periodo más corto de tiempo para evitar la endogamia, ya que al desarrollarse antes que sus hermanas, se ven obligados a abandonar el sitio de eclosión del ovisaco en busca de hembras externas y fértiles (Forster y Kingsford, 1983). Respecto a las longitudes de tibia y fémur, los artejos correspondientes a las hembras fueron significativamente mayores que en los machos, a causa del dimorfismo sexual de la especie.

El canibalismo sexual (sin distinción de dieta) se presentó en el 45% de los casos (en nueve de las veinte parejas), una cifra inferior a lo reportado para otras especies del género, como *L. geometricus* o *L. hesperus* con un 65% (Segoli et al., 2007) y *L. hasselti* con 80% (Baruffaldi y Andrade, 2021). El hallazgo de 45% tiene más similitud con el 51% reportado en la araña lobo *Hogna helluo* (Schwartz, et al. 2016). Los resultados obtenidos en este trabajo y los reportados por Segoli et al. (2007) y Baruffaldi y Andrade (2021) confirman que el canibalismo sexual no es una regla, pues es influenciado por factores filogenéticos y ecológicos (Elgar y Schneider, 2004), de los cuales la disponibilidad de presas y machos, pudieron ser los principales determinantes al obtener un resultado del 45% de canibalismo sexual en este experimento. Durante todo el ensayo, se les ofreció un formato de dieta *ad*

libitum, por lo que tuvieron una amplia disponibilidad de presas, permitiendo que las hembras con una buena habilidad de caza estuvieran saciadas, evitando el canibalismo sexual hacia los machos. En trabajos con otras especies de *Latrodectus* se ha visto que el canibalismo sexual es mayor cuando las hembras se exponen a varios machos (Wilder et al., 2009) y en esta investigación se utilizó un solo macho. Se han planteado diferentes hipótesis para explicar por qué el canibalismo sexual es menor cuando las hembras se exponen a varios machos, siendo una de estas que las hembras expuestas a varios machos disponen de una mayor selección sexual (Wilder et al., 2009), por lo que posiblemente en este trabajo, las hembras prefirieron evitar canibalizarlos ante una posible cópula. Otra posible explicación del reducido porcentaje de canibalismo sexual encontrado en esta tesis es que las cópulas estudiadas fueron con hembras que no habían copulado previamente y se ha visto que las hembras vírgenes tienden a presentar menor canibalismo sexual pre-cópula que aquellas que no lo son, posiblemente para evitar canibalizarlos ante una posible cópula (Wilder et al., 2009).

Se encontró poca diferencia en canibalismo sexual al comparar las dos dietas, de los nueve casos registrados, cinco fueron correspondientes a la dieta de *D. melanogaster*, todos fueron pre-cópula, mientras que los cuatro restantes fueron alimentados con *A. domesticus*, de estos, dos fueron canibalismo pre-cópula y el resto post-cópula, las hembras que lograron completar la cópula colocaron un ovisaco. Las hembras que se alimentaron con *D. melanogaster* fueron ligeramente más agresivas que aquellas que se alimentaron con *A. domesticus*. A pesar de que la dieta con *D. melanogaster* no resultó en diferencias significativas en las medidas de tibia y fémur, el opistosoma de ambos sexos se veía más delgado en comparación a los alimentados con *A. domesticus*, por lo que en estudios futuros sería conveniente considerar múltiples medidas como indicadores de tamaño corporal (Moya-Laraño et al., 2008). La diferencia en el opistosoma y la mínima variación en la agresividad y canibalismo entre las dietas, pueden deberse a la habilidad de caza y la selección de alimento por parte de la hembra previa al encuentro, permitiendo que estuvieran hambrientas al momento del cortejo (Wilder et al., 2009).

De las dos hembras que lograron completar la cópula, cada una produjo un ovisaco; sin embargo, ninguno eclosionó, posiblemente debido a una fertilización incompleta derivada de una cópula de corta duración (Dong et al., 2025).

Finalmente, si bien autores como Wise (1995) sostienen que el alimento no es un recurso limitante para las arañas debido a su alta tolerancia ambiental, los resultados de este trabajo indican que la calidad de la dieta sí puede afectar el desarrollo, el ritmo de muda (periodo de tiempo transcurrido entre mudas), la supervivencia y el comportamiento reproductivo en *Latrodectus*.

10. CONCLUSIONES

El desarrollo postembrionario de *Latrodectus mactans* está influenciado por la dieta, particularmente en cuanto al número de estadios y del tiempo necesario para alcanzar la etapa adulta. Si bien estas variables no siempre muestran una correlación directa, un desarrollo más rápido podría representar una ventaja adaptativa al permitir una ventana reproductiva más amplia y con ello, aumentar la probabilidad de éxito reproductivo. Esto refuerza la importancia de considerar la ecología alimentaria en estudios de biología del desarrollo y comportamiento sexual en arácnidos.

En cuanto al tamaño corporal de los adultos, el cual se infirió por medio de la longitud de tibia y fémur, no se observaron diferencias significativas entre las dietas evaluadas de forma individual. Sin embargo, al contrastar con estudios previos, se sugiere que una dieta mixta podría favorecer a una tasa de crecimiento corporal, lo cual resalta la importancia de una alimentación diversa para el desarrollo en el crecimiento óptimo de estos arácnidos.

Respecto al comportamiento sexual, si bien se observaron variaciones en la incidencia de canibalismo sexual entre los diferentes regímenes alimenticios, estas diferencias no fueron estadísticamente significativas. Esto sugiere que, además de la dieta, otros factores como la agresividad individual, la calidad de pareja o el contexto ambiental podrían tener un papel más determinante en la expresión del canibalismo sexual, lo cual abre nuevas líneas de investigación en el estudio del comportamiento reproductivo en arañas.

11. LITERATURA CITADA

- Agresti, A. (1996). An introduction to categorical data analysis. *New York: Wiley*.
- Baruffaldi, L. y Andrade, M. C. B. (2020). Immature mating as a tactic of polygynous male western widow spiders. *The Science of Nature*, 107(6): 1-4.
<https://doi.org/10.1007/s00114-019-1663-4>
- Baruffaldi, L. y Andrade, M. C. B. (2021). Female control of a novel form of cannibalism during copulation in a South American widow spider. *Behavioural Processes*, 188: 104406. <https://doi.org/10.1016/j.beproc.2021.104406>
- Baxter, D. (1949). The developmental history of *Latrodectus mactans* at different rates of feeding. *The American Midland Naturalist*, 42 (1): 189-219.
- BioChemTech. (2025). BioChemTech. Consultado el 26 de febrero del 2025, disponible en: <https://biochemtech.eu/products/common-fruit-fly-drosophila-melanogaster>
- Blair, M. (s. f.). Life history of *Latrodectus mactans*. *Archives of internal medicine*.
- Boisseau, R. P., Wilder, S. M., y Barry, K. L. (2016). Sexual and nonsexual cannibalism have different effects on offspring performance in redback spiders. *Behavioral Ecology*, 28(1): 294-03.
<https://doi.org/10.1093/beheco/arw159>
- Carrasco, A. y Serna, R. (2020). Depredación de *Ninia diademata* (Serpentes: Colubridae) por una araña viuda negra (*Latrodectus mactans*). *Revista Latinoamericana de Herpetología*, 3(2): 111-113.
<http://doi.org/10.22201/fc.25942158e.2020.2.171>
- Cariaso, B. L. (1967). A biology of the black widow spider, *Latrodectus hasselti* Thorell (Araneida: Theridiidae). *Agriculture Journal Philippines*, 51: 171-180.

- Chadwick, J., Garver, E. y Martin, T. (2020). Black widows on an urban heat island: extreme heat affects spider development and behaviour from egg to adulthood. *Animal Behaviour* 167: 77-84.
<https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2020.07.005>
- Coelho, L., Escalante, I. y Aisenberg, A. (2015). Mordidas cariñosas: descripción de cortejo y cópula en la araña escupidora *Scytodes globula* (Scytodidae). *Boletín de la Sociedad Zoológica del Uruguay (2ª época)*, 24 (2): 146-157.
- Corcuera, P. y Jiménez, M. (2008). Las arañas de México. *Ciencia*, 59(19): 58-63.
https://revistaciencia.amc.edu.mx/images/revista/59_1/PDF/09Art477.pdf
- Costa, S., Pedro, S., Lourenco, H., Batista, I., Teixeira, B., Bandarra, N., Murta, D. Nunes, R. y Pires, C. (2020). Evaluation of *Tenebrio molitor* larvae as an alternative food source. *NFS* 21: 57-64.
- Costall, J. (2006). The ecology and conservation of *Latrodectus katipo*, New Zealand's endangered widow spider [Tesis]. Massey University, Palmerston North, New Zealand.
- D'Amour, F., Becker, F., Riper, W. (1936). The black widow spider. *Quarterly Review of Biology*, 11: 123-160.
- Darwin, C. R. (1871). The descent of man and selection in relation to sex. John Murray 1.
- DiRienzo, N., Bradley, C. T., Smith C. A. y Dornhaus A. (2019). Bringing down the house: male widow spiders reduce the webs of aggressive females more. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 73(1): 2-10.
<https://doi.org/10.1007/s00265-018-2618-z>
- Disinfesta. (2020). Disinfesta. Consultado el 26 de febrero del 2025, disponible en:
<https://www.ecosia.org/images?addon=opensearch&addonversion=7.0.0&q=acheta+domesticus#id=EB728DAD78F7B8ABFC8CBAC47AC85DD06CACCC58>

- Dong, Y., Harvey, J. A., Hengel, M., Zwanenburg, A., Rowe, M. y Gols, R. (2025). Copulation interruption decreases female reproductive success in a false widow spider. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 79(13): 1-9. <https://doi.org/10.1007/s00265-024-03525-9>
- Downes, F. (1987). Postembryonic development of *Latrodectus hasselti* Thorell (Araneae, Theridiidae). *Journal of Arachnology*, 14: 293-30.
- Elgar, M. A., y Schneider, J. M. (2004). The evolutionary significance of sexual cannibalism. *Advances in the Study of Behavior*, 34: 135-163. <https://doi.org/10.1086/589518>
- Foellmer, M. W., y Fairbairn, D. J. (2004). Males under attack: Sexual cannibalism and its consequences for male morphology and behaviour in an orb-weaving spider. *Evolutionary Ecology Research*, 6(2): 163-181.
- Forster, L. y Kingsford, S. (1983). A preliminary study of development in two *Latrodectus* species (Araneae: Theridiidae). *New Zealand Entomologist*, 7 (4).
- Forster, L. (1984). The Australian redback spider (*Latrodectus hasselti*): its introduction and potential for establishment and distribution in New Zealand. In Laird. *Commerce and the Spread of Harmful Pests and Disease Vectors*: 273-289.
- Forster, L. (1995). The behavioural ecology of *Latrodectus hasselti* (Thorell), the Australian redback spider (Araneae: Theridiidae): a review. *Records of the Western Australian Museum Supplement*, 52: 13-24.
- Gallagher, J. (2022). Flickr. Consultado el 26 de febrero del 2025, disponible en: <https://www.flickr.com/photos/52450054@N04/52246926526>
- González, A. (1979). Observaciones bioecológicas sobre una especie del género *Latrodectus* (Walckenaer, 1805) del grupo *Mactans*, de Sierra de la Ventana (Provincia de Buenos Aires, Argentina) (Araneae, Theridiidae) III - Desarrollo post-embrionario. *Acta Zoológica Lilloana XXXV*, 97-100.

https://ia903102.us.archive.org/34/items/acta-zoologica-lilloana-35-001-097-110/acta-zoologica-lilloana-35-001-097-110_text.pdf

- González, A. (1984). Desarrollo postembrionario y evolución de los órganos mecanorreceptores de *Latrodectus diaguia* Carcavallo, y estudio de la tricobotriotaxia de *Latrodectus quartus* Abalos (Araneae, Theridiidae). *Physis (Buenos Aires)*, 42(102): 1-5.
- Heeres, A., y Clark, T. (1997). Changes in growth rate, weight and longevity in relation to prey availability in *Latrodectus geometricus* Kock 1841 (Araneae: Theridiidae). *American Museum Novitates*, 22: 57-59.
- Hermes, W., Bailey, S. y McIvor, B. (1935). The black widow spider. *California Agricultural Experiment Station Publications*, 591: 1-30.
- Illingworth, J. (1931). The black widow spider. *Proceedings of the Hawaiian Entomological Society*, 7: 410-414.
- Johnson, J. C., Trubl, P., Blackmore, V. y Miles, L. (2011). Male black widows court well-fed females more than hungry ones: silk signals indicate risk of sexual cannibalism. *Animal Behavior*, 82(2): 383-390.
<https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2011.05.018>
- Johnson, J. C., Garver, E. y Martin, T. (2020). Black widows on an urban heat island: extreme heat affects development and behavior of spiders from egg to adulthood. *Animal Behavior*, 167: 77-84.
- Jones, B., Paluzzi, J., Wright, C. y Fry, B. (2021). A peptide toxin in ant venom mimics vertebrate EGF-like hormones to cause long-lasting hypersensitivity in mammals. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 118(40): 1-9.
- Kaston, B. (1968). Remarks on black widow spiders, with an account of some anomalies. *Entomological News*, 79(2): 113-124.
- Kaston, B. (1970). Comparative biology of american black widow spiders, transactions of the San Diego. *Society of Natural History*, 16(3): 33-82.

- Kavale, J. (1986). The comparative biology of two *Latrodectus* species [Tesis]. University of Otago, Dunedin, New Zealand.
- Koemel, N. A., Barnes, C. L., y Wilder S. M. (2018). Metabolic and behavioral responses of predators to nutrient content of prey. *Journal of Insect Physiology*, 116: 25-31.
- Lawson, P. y Kansas, L. (1933). Notes on the life history of the hour-glass spider. *Annals of the Entomological Society of America*, 26(4): 568-574.
- Maloney, D., Drummond, F. y Alford, R. (2003). Spider predation in agroecosystems: Can spiders effectively control pest populations?. *Maine Agricultural and Forest Experiment Station Technical Bulletin*, 190.
- Marikovskiy, P. (1956). Tarantula and Karakurt: Morphology, Biology, Toxicity. *Kyrgyz SSR Academy of Sciences, Frunze*.
- McCrone, J. y Levi, H. (1964). North American widow spiders of the *Latrodectus curacaviensis* group (Araneae: Theridiidae). *Psyche*, 71: 12-27.
- McCrone, J. y Levi, H. (1966). Postembryological development of spiderlings from two Peruvian *Latrodectus* populations. *Psyche*, 73: 180-186.
- Mohamed, M. y Amr, A. (2015). Notes on the biology of *Latrodectus tredecimguttatus* (Rossi, 1790) (Araneae: Theridiidae). *SERKET*, 14(4): 189-195.
- Mohafez, M. (2015). Biological aspects of the true spider *Latrodectus geometricus* Koch 1841 (Araneae: Theridiidae) feeding on different prey under laboratory conditions. *Journal of Plant Protection and Pathology, Mansoura Univ.*, 6 (7): 1105-1113.
- Mora-Rubio, C., y Parejo-Pulido, D. (2021). Notes on the black mediterranean diet the thirty - abandoned widow (Rossi, 1790) (Spiders: Theridiidae) in the southwest of the Iberian Peninsula. *Graellsia*, 77(1): 25-26.

- Moya-Laraño, J., Macías-Ordóñez, R., Blanckenhorn, W. U., y Fernández-Montraveta, C. (2008). Analysing body condition: mass, volume or density? *Journal of Animal Ecology*, 77(6), 1099-1108.
- Nadolny, A. (2019). Age-specific traits and a post-maturation molt in black widow spiders *Latrodectus tredecimguttatus* (Araneae, Theridiidae). *Entomological Review*, 99(8): 1227-1230.
- Pompozzi, G., Ferreti, N., Schwerdt, L., Copperi, S., Ferrero, A. y Simón, M. (2013). The diet of the black widow spider *Latrodectus mirabilis* (Theridiidae) in two cereal crops of central Argentina. *Iheringia, Série Zoologia, Porto Alegre*, 103(4): 388-392.
https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/2154/Pompozzi_et_al_2014_Iheringia.pdf?sequence=1
- Prenter, J., MacNeil, C. y Elwood, R. W. (2006). Sexual cannibalism and mate choice. *Animal Behaviour*, 71: 481-490.
- Redtox. (2020). *Latrodectus mactans* / *Latrodectus hesperus*. Redtox. Consultado el 24 de agosto del 2022, disponible en: <https://redtox.org/especies/latrodectus-mactans-latrodectus-hesperus>
- Rivera, F. A. (2013). Diversidad de las arañas de la familia Theridiidae (Arachnida, Araneae, Araneomorphae) del Jardín Escultórico de Edward James, Xilitla, San Luis Potosí [Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México]. Repositorio Institucional: <https://repositorio.unam.mx/contenidos/387873>
- Rocha, M. y Kobler, T. (1999). Comportamento e padrão alimentar de uma especie de *Latrodectus* do grupo *Mactans* (Araneae, Theridiidae) em cativeiro. *Revista Brasileira de Zoologia*, 16 (4): 991-996
- Salomón, M. (2011). The natural diet of a polyphagous predator, *Latrodectus hesperus* (Araneae: Theridiidae), over one year. *The Journal of Arachnology*, 39: 154-160.

- Schwartz, S. K., Wagner, W. E. y Hebets, E. A. (2016). Males can benefit from sexual cannibalism facilitated by self-sacrifice. *Current Biology*, 26: 1-6.
- Segoli, M., Arieli, R., Sierwald, P., Harari, A. y Lubin, Y. (2007). Sexual cannibalism in the brown widow spider (*Latrodectus geometricus*). *Ethology*, 114: 279-286.
- Smithers, R. (1944). Contributions to our knowledge of the genus *Latrodectus* (Araneae) in South Africa. *Annals of the South African Museum*, 36: 263-312.
- Softly, A. y Freeth, G. (1970). The laboratory maintenance of *Latrodectus mactans*. *Journal of Animal Science and Technology*, 21: 117-1.
- Shulov, A. (1940). On the biology of two *Latrodectus* spiders in Palestine. *Proceedings of the Linnean Society of London*, 152(3):309-328.
- Thorp, R. y Woodson, W. (1945). Black widow America's most poisonous spider. *University of North Carolina Press*, 222.
- Ubick, D., Paquin P., Cushing P. E. y Roth V. (2005). Spiders North America, an identification manual. American Arachnological Society.
- Uetz, G., Bischoff, J. y Raver, J. (1992). Survivorship of wolf spiders (Lycosidae) reared on different diets. *Journal of Arachnology*, 20: 207-211.
- Waner, S., Uzi, M., Lubín, Y. y Harai, A. (2017). Male mate choice in a sexually cannibalistic widow spider. *Animal Behavior*, 137: 189-196.
- Wheeler, W.C., Coddington, J.A., Crowley, L. M., Dimitrov, D., Goloboffe, P. Griswold, C.E., Hormigad, G., Prendinia, L., Ramírez, M. J., Sierwaldh, P., Almeida- Silvaf, L., Álvarez-Padilla, F., Arnedok, M. A., Benavides, L. R., Benjamin, S. P. Bondm, J. E., Grismadog, C. J., Hasand, E., Hedinn M., Izquierdo, M. A., Labaque, F. M., Ledford, J., Lopardo, L., Maddison, W. P., Miller, J. A., Piacentini, L. N., Plarick, N. I., Polotow, D., Silva-Davil, D., Scharffs, N., Szuts, T., Ubick, D., Vinkm, C. J., Wood, H. M. y Zhang, J.

- (2016). The spider tree of life: phylogeny of Araneae based on target-gene analyses from an extensive taxon sampling. *Cladistics*: 1-43.
- Wilder S. M., Rypstra, A. L. y Elgar M. A. (2009). The importance of ecological and phylogenetic conditions for the occurrence and frequency of sexual cannibalism. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 40: 21-39.
- World Spider Catalog. (2025). World Spider Catalog. Version 26. Natural History Museum Bern. Consultado el 19 de marzo del 2025, disponible en: <http://wsc.nmbe.ch>
- Xu, X., Liu, F., Chen, J., Ono, H., Li, D., y Kunter, M. (2015). A genus-level taxonomic review of primitively segmented spiders (Mesothelae, Liphistiidae). *Zookeys*, (488): 121-151.
- Xu, W., Zhao, M., Tang, L., Ma, R., y He, H. (2023). Chemical components of Dufour's and venom glands in *Camponotus japonicus* (Hymenoptera, Formicidae). *Insects*, 14(7): 664.