

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

LA MOLINA

FACULTAD DE AGRONOMÍA



**“LA TEMPERATURA EN EL PARASITOIDISMO DE *Encarsia citrina*
(Hymenoptera: Aphelinidae) SOBRE *Pinnaspis aspidistrae* (SIGNORET)
(Hemiptera: Diaspididae) EN CONDICIONES DE LABORATORIO”**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE

INGENIERA AGRÓNOMA

GISSELL MARISOL HUAMANI CHAVEZ

LIMA – PERÚ

2024

La UNALM es titular de los derechos patrimoniales de la presente investigación (Art.

24 – Reglamento de Propiedad Intelectual)

Document Information

Analyzed document	TESIS DE TITULO GISSELL HUAMANI CHAVEZ.docx (D168140975)
Submitted	5/24/2023 1:53:00 AM
Submitted by	Alexander Rodriguez Berrio
Submitter email	arodriber@lamolina.edu.pe
Similarity	1%
Analysis address	arodriber.unalm@analysis.orkund.com

Sources included in the report

SA	CONTROL DE PLAGAS EN LA PALMERA CANARIA-IMANOL HERRANZ.pdf Document CONTROL DE PLAGAS EN LA PALMERA CANARIA-IMANOL HERRANZ.pdf (D60373192)	 2
SA	Loyola P. y Oyarce G..docx Document Loyola P. y Oyarce G..docx (D160256334)	 1
W	URL: http://www.fao.org/news/story/en/item/1187738/icode/Gitirana , Fetched: 5/24/2023 4:41:00 AM	 1
SA	TESIS NIDIA - IMPRIMIR.doc Document TESIS NIDIA - IMPRIMIR.doc (D57696074)	 4
SA	MONOGRAFIA SOLORZANO RUTH.docx Document MONOGRAFIA SOLORZANO RUTH.docx (D46833446)	 1
W	URL: https://doi.org/10.3390/insects12090833 Fetched: 5/24/2023 4:41:00 AM	 1

Entire Document

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

"LA TEMPERATURA EN EL PARASITOIDISMO DE *Encarsia citrina* (Hymenoptera: Aphelinidae) SOBRE *Pinnaspis aspidistrae* (Signoret) (Hemiptera: Diaspididae) EN CONDICIONES DE LABORATORIO"

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERA AGRÓNOMA

Presentado por:

GISSELL MARISOL HUAMANI CHAVEZ

LIMA – PERÚ

2023

DEDICATORIA A Dios, porque acompaña y guía mi camino, también porque gracias a él he cumplido y vengo cumpliendo muchas cosas. A mis padres, Felix Huamani Huamani y Gladys Chavez Ferrel quienes son mi fuente de inspiración y motivación para salir adelante. A mis hermanas, por el apoyo emocional durante la redacción de este trabajo. A Tai, que aunque ya no esté aquí, me acompañó en los inicios de esta tesis y con sus cariños hizo mis días muy felices. AGRADECIMIENTOS A mi familia, por el apoyo incondicional durante el desarrollo de este trabajo de investigación. Al Dr. Alexander Rodriguez Berrio, por su constante apoyo y asesoramiento para la elaboración de la presente tesis. A mi jurado de tesis, Ing. Mg. Sc. Andrés Virgilio Casas Díaz, Mg. Sc. Guillermo Sánchez y Mg. Sc. German Joyo, por la revisión y las observaciones en la redacción de la tesis. Al laboratorio de Entomología "Klaus Raven Buller" de la Universidad Nacional Agraria La Molina, por brindarme la confianza para el uso de sus instalaciones en la fase experimental de la investigación.

INDICE GENERAL

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

FACULTAD DE AGRONOMÍA

**“LA TEMPERATURA EN EL PARASITOIDISMO DE *Encarsia citrina*
(Hymenoptera: Aphelinidae) SOBRE *Pinnaspis aspidistrae* (Signoret)
(Hemiptera: Diaspididae) EN CONDICIONES DE LABORATORIO”**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERA AGRÓNOMA

GISELL MARISOL HUAMANI CHAVEZ

Sustentada y aprobada ante el siguiente jurado:

Ing. M. S. Andrés Virgilio Casas Díaz
PRESIDENTE

Dr. Alexander Regulo Rodríguez Berrio
ASESOR

Ing. Mg. Sc. Guillermo Antonio Sánchez Velásquez
MIEMBRO

Ing. Mg. Sc. German Elías Joyo Coronado
MIEMBRO

LIMA – PERÚ

2024

DEDICATORIA

A Dios, porque acompaña y guía mi camino, también porque gracias a él he cumplido y vengo cumpliendo muchas cosas.

A mis padres, Felix Huamani Huamani y Gladys Chavez Ferrel quienes son mi fuente de inspiración y motivación para salir adelante.

A mis hermanas, Alexandra y Tania Huamani, por el apoyo emocional durante la redacción de este trabajo.

A Tai, que aunque ya no esté aquí, me acompañó en los inicios de esta tesis y con sus cariños hizo mis días muy felices.

AGRADECIMIENTOS

A mi familia, por el apoyo incondicional durante el desarrollo de este trabajo de investigación.

Al Dr. Alexander Rodríguez Berrio, por su constante apoyo y asesoramiento para la elaboración de la presente tesis.

A mi jurado de tesis, Ing. Mg. Sc. Andrés Virgilio Casas Díaz, Mg. Sc. Guillermo Sánchez y Mg. Sc. German Joyo, por la revisión y las observaciones en la redacción de la tesis.

Al laboratorio de Entomología “Klaus Raven Buller” de la Universidad Nacional Agraria La Molina, por brindarme la confianza para el uso de sus instalaciones en la fase experimental de la investigación.

INDICE GENERAL

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	REVISIÓN DE LITERATURA	3
	2.1. <i>Pinnaspis aspidistrae</i> (Signoret) “el piojo blanco de los cítricos”.....	3
	2.1.1. Biología y morfología.....	3
	2.1.2. Fluctuación poblacional.....	7
	2.1.3. Hospedantes y distribución en el Perú.....	8
	2.1.4. Daños en la planta.....	8
	2.1.5. Enemigos naturales.....	8
	2.2. <i>Encarsia citrina</i> (Craw).....	8
	2.2.1. Clasificación taxonómica.....	9
	2.2.2. Distribución.....	10
	2.2.3. Biología y morfología.....	10
	2.2.4. Comportamiento.....	12
	2.2.5. Parasitoidismo.....	12
III.	METODOLOGÍA	14
	3.1. Lugar de ejecución.....	14
	3.2. Materiales y equipos.....	14
	3.2.1. Materiales.....	14
	3.2.2. Equipos.....	15
	3.3. Metodología.....	15
	3.3.1. Colecta de hojas de Palto con <i>Pinnaspis aspidistrae</i>	15
	3.3.2. Crianza masal de <i>Pinnaspis aspidistrae</i>	16
	3.3.3. Montaje y determinación del parasitoide (<i>Encarsia citrina</i>).....	18
	3.3.4. Crianza masal de <i>Encarsia citrina</i>	19
	3.4. Variables de medición.....	20
	3.4.1. Porcentaje de parasitoidismo.....	21

3.4.2.	Porcentaje de emergencia.....	22
3.4.3.	Supervivencia.....	24
3.5.	Diseño experimental	25
3.6.	Análisis estadístico.....	26
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIONES	27
4.1.	Porcentaje de parasitoidismo de <i>E. citrina</i>	27
4.2.	Porcentaje de emergencia de adultos de <i>E. citrina</i>	29
4.3.	Supervivencia de adultos de <i>E. citrina</i> alimentados con y sin miel.....	31
V.	CONCLUSIONES	35
VI.	RECOMENDACIONES	36
VII.	BIBLIOGRAFÍA	37
VIII.	ANEXOS	44

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Porcentaje de parasitoidismo de <i>E. citrina</i> sobre <i>P. aspidistrae</i> a tres temperaturas constantes en condiciones de laboratorio, La Molina, Lima – Perú, 2021	27
Tabla 2.	Porcentaje de emergencia de adultos de <i>E. citrina</i> sobre <i>P. aspidistrae</i> a tres temperaturas constantes en condiciones de laboratorio, La Molina, Lima – Perú, 2021	30
Tabla 3.	Promedio de días de supervivencia de <i>E. citrina</i> alimentadas con y sin miel, a tres temperaturas constantes en condiciones de laboratorio, La Molina, Lima – Perú, 2021	32

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Morfología de la Hembra de <i>Pinnaspis aspidistrae</i>	5
Figura 2.	Morfología del macho de <i>Pinnaspis aspidistrae</i>	7
Figura 3.	Distribución mundial de <i>Encarsia citrina</i>	10
Figura 4.	Partes del cuerpo de <i>E. citrina</i>	11
Figura 5.	Escama con orificio de salida donde la avispa adulta salió de su huésped. ...	12
Figura 6.	Hojas de Palto infestadas con <i>Pinnaspis aspidistrae</i>	15
Figura 7.	Hoja de Palto con hembras y huevos de <i>P. aspidistrae</i>	16
Figura 8.	Traslado de huevos de <i>P. aspiditrae</i> hacia los frutos de zapallo loche	16
Figura 9.	Cámaras de crianza con frutos de zapallo loche infestadas con <i>Pinnaspis aspidistrae</i>	17
Figura 10.	Superficie de zapallo con ninfas de <i>Pinnaspis aspidistrae</i>	17
Figura 11.	Hembras adultas de <i>E. citrina</i> . Cuerpo de <i>Encarsia citrina</i> donde se observa algunas estructuras características propias de la especie.....	18
Figura 12.	Envases de plástico con pupas de <i>E. citrina</i>	19
Figura 13.	Cámara de cría de <i>E. citrina</i> sobre <i>P. aspidistrae</i>	20
Figura 14.	Diagrama del proceso de Porcentaje de parasitoidismo de <i>E. citrina</i>	21
Figura 15.	Hembras de <i>P. aspidistrae</i> parasitadas con <i>E. citrina</i>	22
Figura 16.	Diagrama del proceso de Porcentaje de emergencia de <i>E. citrina</i>	23
Figura 17.	Tapa de vial de 1.5 mL con Pupas o “momias” de <i>E. citrina</i> , endoparasitoide de <i>P. aspidistrae</i>	23
Figura 18.	Diagrama del proceso de la evaluación de la supervivencia de <i>E. citrina</i>	24
Figura 19.	Viales de 1 mL con adultos de <i>E. citrina</i> para determinar su supervivencia..	24
Figura 20.	Porcentaje de parasitoidismo de <i>E. citrina</i> sobre <i>P. aspidistrae</i> a tres temperaturas constantes en condiciones de laboratorio, La Molina, 2021	28
Figura 21.	Porcentaje de emergencia de adultos de <i>E. citrina</i> sobre <i>P. aspidistrae</i> a tres temperaturas constantes en condiciones de laboratorio, La Molina, 2021	30

Figura 22. Promedio de días de supervivencia de *E. citrina* alimentadas con y sin miel, a tres temperaturas constantes en condiciones de laboratorio, La Molina, 2021 32

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Registro diario de la temperatura y humedad relativa, de la crianza de <i>Pinnaspis aspidistrae</i> Signoret (Hemiptera: Diaspididae), en laboratorio. La Molina, Lima – Perú. 2021.....	44
Anexo 2. Clave de llaves para identificación de especies de <i>Encarsia</i> según Myartseva & Evans (2008).....	47
Anexo 3. Descripción morfológica de <i>E. citrina</i> por Myartseva & Evans (2008)	49
Anexo 4. Registro del Porcentaje de parasitismo (%) de las hembras <i>Encarsia citrina</i> a temperatura constante de 20 °C en laboratorio. La Molina, Lima – Perú. 2021	50
Anexo 5. Registro del Porcentaje de parasitismo (%) de las hembras <i>Encarsia citrina</i> a temperatura constante de 25 °C en laboratorio. La Molina, Lima – Perú. 2021	51
Anexo 6. Registro del Porcentaje de parasitismo (%) de las hembras <i>Encarsia citrina</i> a temperatura constante de 30 °C en laboratorio. La Molina, Lima – Perú. 2021	52
Anexo 7. Registro del Porcentaje de emergencia (%) de los individuos de <i>Encarsia citrina</i> a temperatura constante de 20 °C en laboratorio. La Molina, Lima – Perú. 2021...	53
Anexo 8. Registro del Porcentaje de emergencia (%) de los individuos de <i>Encarsia citrina</i> a temperatura constante de 25 °C en laboratorio. La Molina, Lima – Perú. 2021...	54
Anexo 9. Registro del Porcentaje de emergencia (%) de los individuos de <i>Encarsia citrina</i> a temperatura constante de 30 °C en laboratorio. La Molina, Lima – Perú. 2021...	55
Anexo 10. Registro de la supervivencia (días) de los adultos de <i>Encarsia citrina</i> a temperatura constante de 20 °C y con alimento (con miel y sin miel), en laboratorio. La Molina, Lima – Perú. 2021	56
Anexo 11. Registro de la supervivencia (días) de los adultos de <i>Encarsia citrina</i> a temperatura constante de 25 °C y con alimento (con miel y sin miel), en laboratorio. La Molina, Lima – Perú. 2021	57
Anexo 13. Prueba de comparación (Kruskal Wallis) para el Porcentaje de parasitoidismo de <i>E. citrina</i>	59
Anexo 14. Prueba de comparación (Kruskal Wallis) para el Porcentaje de emergencia de <i>E. citrina</i>	60

Anexo 15. Prueba de comparación (Kruskal Wallis) para el efecto de la temperatura en el tiempo de supervivencia de <i>E. citrina</i>	61
Anexo 16. Prueba de comparación (Kruskal Wallis) para el efecto del alimento en el tiempo de supervivencia de <i>E. citrina</i>	62
Anexo 17. Prueba de comparación (Kruskal Wallis) para el efecto de la interacción de la temperatura y el alimento en el tiempo de supervivencia de <i>E. citrina</i>	63

RESUMEN

Pinnaspis aspidistrae Signoret (Hemiptera: Diaspididae) es una plaga polífaga que, al succionar la savia, provoca una decoloración de las hojas y en altas poblaciones puede dañar el fruto del palto ocasionando problemas en la comercialización. Uno de sus controladores es el endoparásitoide *Encarsia citrina* (Hymenoptera: Aphelinidae), una alternativa dentro de los programas integrados de control de *P. aspidistrae*. El objetivo de este trabajo de investigación fue evaluar el porcentaje de parasitoidismo, porcentaje de emergencia y supervivencia de *E. citrina* a tres temperaturas constantes y alimentados con y sin miel en el caso de la supervivencia. El porcentaje de emergencia de *E. citrina* se estudió manteniendo a las hembras adultas dentro de jaulas de plástico y sobre zapallos infestados con *P. aspidistrae* en cámaras climáticas controladas a 20, 25 y 30 °C, con un 65 - 70 % de HR y un fotoperiodo de 14:8 h; para el porcentaje de emergencia y la supervivencia se usaron las mismas condiciones del primer ensayo, y para este último se le agregó el suministro de miel o ausencia de éste como alimento. El porcentaje de parasitoidismo varió con la temperatura, el mayor porcentaje se dio a 25 °C, seguido por 20 °C y 30 °C, en el cual el porcentaje de parasitoidismo fue cercano a cero. El porcentaje de emergencia de los individuos a 20°C y 25 °C fue significativamente mayor y casi veinte veces más que cuando fueron expuestos a 30 °C; sin embargo, no hubo diferencias significativas entre las temperaturas de 20 y 25 °C. Los adultos de *E. citrina* sobrevivieron más días cuando fueron alimentados con miel y a temperatura constante de 20 °C y sobrevivieron menos cuando se les expuso a 30 °C y sin alimento. La supervivencia fue casi el doble en cada temperatura cuando se les suministró miel.

Palabras clave: *Encarsia citrina*, *Pinnaspis aspidistrae*, parasitoidismo, control biológico.

ABSTRACT

Pinnaspis aspidistrae Signoret (Hemiptera: Diaspididae) is a polyphagous pest that by sucking the sap, causes discoloration of the leaves and in high populations can damage the fruit causing marketing problems. One of its controllers is the endoparasitoid *Encarsia citrina* (Hymenoptera: Aphelinidae), an alternative within integrated control programs for *P. aspidistrae*. The objective of this research was to evaluate the percentage of parasitoidism, percentage of emergence and survival of *E. citrina* at three constant temperatures and fed with and without honey in the case of survival. The percentage of emergence of *E. citrina* was studied by keeping adult females inside plastic cages and on pumpkins infested with *P. aspidistrae* in controlled climatic chambers at 20, 25 and 30 °C, with 65 - 70 % RH and a photoperiod of 14:8 h; for the percentage of emergence and survival the same conditions of the first trial were used, and for the latter, the supply of honey or absence of honey as food was added. The percentage of parasitoidism varied with temperature, with the highest percentage at 25 °C, followed by 20 °C and 30 °C, at which the percentage of parasitoidism was close to zero. The percentage of emergence of individuals at 20 °C and 25 °C was significantly higher and almost twenty times more than when exposed to 30 °C; however, there were no significant differences between the temperatures of 20 and 25 °C. *E. citrina* adults survived more days when fed honey and at a constant temperature of 20 °C and survived less when exposed to 30 °C and no food. Survival was nearly doubled at each temperature when fed honey.

Key words: *Encarsia citrina*, *Pinnaspis aspidistrae*, parasitoidism, biological control.

I. INTRODUCCIÓN

El cultivo de palto (*Persea americana*), como muchos otros cultivos, tienen problemas sanitarios que ocasionan la pérdida de su producción. En plantaciones de palto, uno de los principales problemas fitosanitarios son los hongos que ocasionan la pérdida total o parcial de los árboles. Sin embargo, hay otros factores que ocasionan problemas en el árbol, como el caso de los insectos fitófagos, ya que al consumir o alimentarse de este, dañan de forma directa o indirecta al cultivo.

Frente a esto, una de las soluciones que suelen tomar los productores es el uso de plaguicidas; no obstante, al no realizar un buen uso de estos, la población de insectos se torna cada vez más resistente al ingrediente activo del producto aplicado y es necesario generar nuevas soluciones que hagan efecto sobre aquellas plagas. Además, cuando ciertos insectos llegan a órganos como el fruto, la aplicación de productos químicos resulta cada vez más complicada, debido a los niveles máximos de residuos de un plaguicida permitido en los alimentos para el consumo humano.

Las condiciones ambientales son un factor relevante que tienden a influir en el desarrollo de muchos organismos, y las plagas no son una excepción. Actualmente, uno de los principales problemas que acontece en el mundo es el cambio climático, el cual traerá como una de sus consecuencias el incremento de la temperatura, esta acción hará que tanto los seres humanos como los otros organismos que habitan la tierra se enfrenten a nuevos desafíos para la supervivencia o traerán efectos en su desarrollo.

En nuestro país existen varios controladores biológicos, depredadores y parasitoides que son conservados o liberados en varios cultivos dentro de programas de manejo integrado de cultivos. Sin embargo, hay ciertos individuos como *Encarsia citrina*, parasitoide de muchas especies perteneciente a la familia Diaspididae, llamadas también queresas diaspididas o escamas armadas, que no han sido muy estudiados o no se han realizado investigaciones sobre su tasa de parasitoidismo frente a sus hospederos, como es el caso de *Pinnaspis aspidistrae*; sin embargo, en campo se les suele observar parasitándolas

y alimentándose de ellas. Uno de los problemas que causa esta queresas, es que al ser de un tamaño pequeño muchas veces suele pasar desapercibido pudiendo llegar hacia el fruto y posicionándose sobre este, luego es complicado retirarlas y por tanto afecta la calidad y comercialización del fruto.

Por otra parte, el cambio climático se está acentuando cada año y la temperatura juega un papel importante en los insectos debido a que influye en sus diferentes procesos biológicos; en ese sentido, sería conveniente conocer como es el efecto de este parámetro climático sobre el parasitoidismo de *Encarsia citrina*.

De allí que este trabajo tuvo como finalidad realizar una crianza de *Encarsia citrina*, parasitoide de *P. aspidistrae*, para evaluar el porcentaje de parasitoidismo, porcentaje de emergencia y determinar la supervivencia de estos parasitoides sobre hembras de esta escama, las que fueron expuestas a 3 temperaturas constantes y alimentados con y sin suplemento de miel.

Objetivo general

- Determinar el efecto de la temperatura y la alimentación en el porcentaje de parasitoidismo y la supervivencia de *Encarsia citrina* sobre *Pinnaspis aspidistrae* en condiciones de laboratorio.

Objetivos específicos

- Determinar el efecto de la temperatura en el porcentaje de parasitoidismo de *Encarsia citrina* sobre *Pinnaspis aspidistrae* en condiciones de laboratorio.
- Determinar el efecto de la temperatura en el porcentaje de emergencia de *Encarsia citrina* sobre *Pinnaspis aspidistrae* en condiciones de laboratorio.
- Determinar el efecto de la temperatura y la alimentación en la supervivencia de *Encarsia citrina* sobre *Pinnaspis aspidistrae* en condiciones de laboratorio.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. *Pinnaspis aspidistrae* (Signoret) “el piojo blanco de los cítricos”

2.1.1. Biología y morfología

Pinnaspis aspidistrae se reproduce sexualmente y por partenogénesis, produciendo dos generaciones al año y tardando las hembras 95 días en madurar desde el huevo hasta la oviposición, en condiciones de Florida, según Miller y Davidson (2005). Mientras que Marín y Cisneros (1982), en la Costa central del Perú, citan un ciclo total de las hembras de aproximadamente 70 días.

Huevos.

Cuando una hembra alcanza la madurez sexual, puede poner hasta 108 huevos, que pueden eclosionar hasta un día después de ser puestos por la hembra (Werner, 1931).

De acuerdo con Zamar y Claps (2003), el huevo es de forma ovalada, con una coloración que va desde rosado a rojo. En promedio miden 0.15 mm de largo y 0.08 mm de ancho. (Figura 1)

Ninfa I.

Marín y Cisneros (1982), sostienen que en este estadio de desarrollo no se pueden observar diferencias entre machos y hembras. Las ninfas que recién han eclosionado son de forma ovalada, se observa el cuerpo claramente segmentado y de color rojo. Aquí se pueden distinguir dos fases: En la primera se observa al caminante o crawler, y en la segunda se va esclerotizando hasta formar una "escama".

El cuerpo está dividido en cefalotórax y abdomen y de forma membranosa. La longitud y ancho promedio es 0.18 mm y 0.11 mm, a nivel del mesotórax.

El aparato bucal en este estadio se encuentra fuerte y esclerotizado, encontrándose ventralmente entre las patas del primer par. Los segmentos abdominales que van del primero al sexto llevan un par de espinas glandulares, que están situadas de manera paralela. El margen del pigidio tiene dos lóbulos centrales pequeños, cuyo extremo es agudo y 2 lóbulos laterales trilobados, que pertenecen al octavo y noveno segmento, respectivamente (Zamar y Claps, 2003).

Ninfa II.

En este estadio de desarrollo las hembras presentan un “escudo” alargado, con una redondez en el extremo posterior; de color blanco transparente al iniciar esta fase; y con una exuvia amarillenta. Este “escudo” tiene una longitud y ancho promedio de 0.69 y 0.47 mm, respectivamente. El cuerpo es de forma ovalada, cuyos promedios de largo y ancho son 0.61 mm y 0.35 mm. Físicamente es parecida a la hembra adulta; sin embargo, los lóbulos laterales se muestran poco desarrollados y la vulva y los poros que rodean a esta se encuentran ausentes (Zamar y Claps, 2003).

Beardsley y González (1975) registraron que estas ninfas del segundo estadio al estar adheridas introducen su probóscis, de tal forma que succionan la savia del tejido vegetal para alimentarse. Las ninfas van mudando su exoesqueleto a medida que van creciendo y se van desarrollando (el doble en las hembras y cuatro veces en los machos). Además, las exuvias se van agregando para la formación de la armadura.

Marín y Cisneros (1982), señalan que en este estadio del ciclo biológico se da la desaparición de las patas, una reducción en la longitud de las antenas y la presencia de filamentos anales. Finalmente, cuando la ninfa II ha culminado su crecimiento, la escama presenta un color marrón amarillento.

Hembra adulta.

Presenta un “escudo” alargado, rugoso y de color castaño rojizo cuyos bordes son más claros, que se va ensanchando a medida que se acerca hacia el extremo posterior, el promedio de la longitud y ancho de esta escama son 1.75 mm y 1.07 mm respectivamente. En cuanto a las exuvias, la primera es amarilla y la segunda castaña amarillenta. El cuerpo es alargado, con el extremo delantero redondeado y ampliado a nivel del metatórax. El promedio de largo y ancho son 0.97 mm y 0.46 mm respectivamente, a la altura del primer segmento abdominal.

Con respecto al color, es castaño rojizo con el pigidio amarillo. A medida que avanza la colocación de los huevos, se hace más oscura hasta terminar en rojo vinoso, pero siempre con el pigidio amarillo (Zamar y Claps, 2003)

Según Marín y Cisneros (1982), la hembra adulta oviposita debajo de la escama y gran parte del espacio que se encuentra bajo la escama queda repleto de huevos que van eclosionando continuamente. Las ninfas recién eclosionadas, se movilizan hacia la parte trasera de la escama rompiendo la unión de las dos cubiertas. Werner (1931) indica que cada hembra adulta puede colocar hasta 108 huevos, y la proporción de sexos de los segundos estados de desarrollo fue aproximadamente de 3:1, es decir, 75.3% fueron machos y 24.7% hembras.

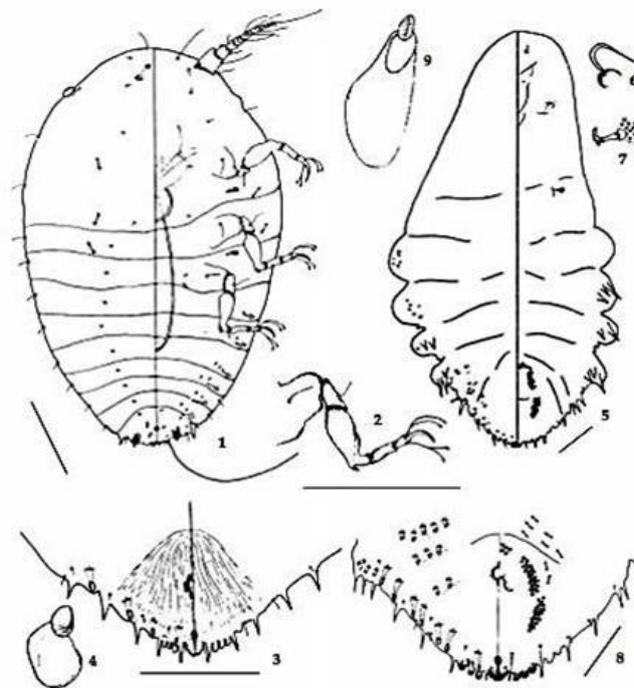


Figura 1. Morfología de la Hembra de *Pinnaspis aspidistrae*

Leyenda: 1, cuerpo de ninfa I; 2, pata de ninfa I; 3, detalle del pigidio de ninfa II hembra; 4, escudo de ninfa II hembra; 5, cuerpo hembra adulta; 6, detalle de tubérculo antenal; 7, detalle de espiráculo anterior; 8, detalle de pigidio; 9, escudo hembra adulta.

Fuente: Zamar & Claps (2003)

Ninfa II (macho).

El escudo es tricarenado, ceroso y de color blanco, con una cubierta en la parte ventral lisa y la exuvia amarilla. Marín y Cisneros (1982) señalan que el cuerpo es ovalado, de coloración amarilla y una longitud promedio de 0.34 mm. En este estadio se puede

diferenciar fácilmente los individuos machos de las hembras. Al inicio se producen pequeñas porciones de cera, que recubren el cuerpo y que alcanzan la forma de conos, los cuales se van extendiendo en longitud, conforme se da su desarrollo. La exuvia se aleja por la parte posterior hacia el exterior y no llega a formarse la nueva escama como habitualmente se da en las hembras.

Prepupa y pupa (macho).

El escudo es tricarinado y de color blanco, las dimensiones promedio de largo y ancho son 1.18 mm y 0.39 mm respectivamente. El cuerpo es de color amarillo y de forma ovalada, siendo más amplio en los dos primeros segmentos del abdomen, con el extremo abdominal más estrecho. La longitud promedio registrada del largo y ancho son 0.45 mm y 0.24 mm respectivamente, a nivel del primer segmento abdominal y el estilete copulador aún no es perceptible. (Zamar y Claps, 2003)

En la pupa, el escudo es análogo al de la prepupa; el cuerpo es prolongado, se reduce en los últimos segmentos del abdomen, y termina en el trazado del aparato copulador. Las longitudes del cuerpo de manera larga y ancha son 0.62 mm y 0.23 respectivamente, a nivel del metatórax y de coloración roja. El abdomen posee nueve segmentos muy delimitados, finalizando en el estilete de cópula incipiente. (Zamar & Claps, 2003)

Adulto (macho).

El macho adulto presenta alas (figura 2), estas emergen por la zona posterior de la escama cerosa, y coincide con la formación de las hembras adultas. La exuvia en este estadio es transparente, en comparación al de las ninfas, que tienen aspecto ceroso. Estos adultos buscan a las hembras para realizar la cópula inmediatamente, y estos pueden fecundar a varias hembras (Marín y Cisneros, 1982)

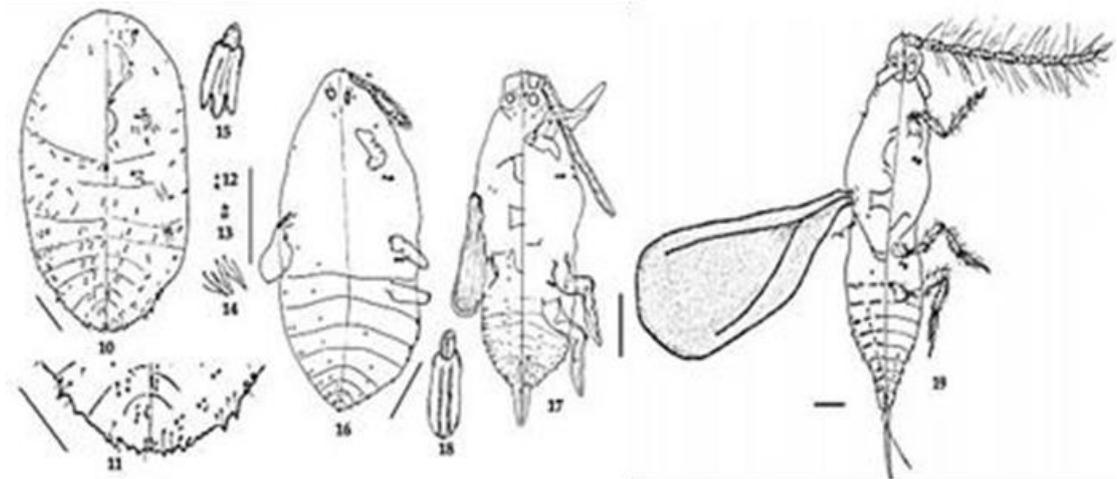


Figura 2. Morfología del macho de *Pinnaspis aspidistrae*

Leyenda: 10, cuerpo ninfa II macho, 11, detalle pigidio ninfa II macho; 12, detalle de microconducto; 13, detalle de macroconducto; 14, detalle de espinas glandulares; 15, escudo ninfa II; 16, cuerpo prepupa; 17, cuerpo pupa; 18, escudo de prepupa, pupa y adulto; 19, macho adulto.

Fuente: Zamar y Claps (2003)

2.1.2. Fluctuación poblacional

Sánchez et al. (2016) al realizar observaciones sobre escamas armadas asociadas a los cítricos en México, registró que la presencia de *P. aspidistrae* sobre *Citrus sinensis* y *Citrus limon* fue muy notoria, ya que encontró de 6 a 10 ejemplares por rama y se encontraron principalmente sobre hojas y tallos.

Najarro y Sánchez (2016), en La Molina (Lima, Perú) al realizar observaciones sobre la fluctuación poblacional de *Pinnaspis aspidistrae* y otros Diaspididae en el cultivo de palto, determinaron que las hembras y machos de *P. aspidistrae* desarrollaron sus mayores poblaciones en el haz de las hojas y en el tercio inferior del árbol, registrándose los niveles más altos en septiembre con una temperatura de 14-16 ° C y disminuyó en diciembre.

De igual manera, Gitirana et al. (1996) registraron que las poblaciones más altas de *P. aspidistrae* en un huerto de cítricos en Brasil, donde se sembró 4 cultivares (Natal, Valencia, Baía y Ponkan), se dieron en periodos de baja temperatura.

Según Marín y Cisneros (1982), esta plaga presenta 4 generaciones superpuestas al año, alcanzando sus poblaciones más altas en los meses de marzo, julio, septiembre y diciembre.

Asimismo, Nuñez (2008) en un campo sin aplicación donde se producía *Citrullus vulgaris* en Sayán (Lima), registró a mediados de setiembre, una población más alta de 0.17 hembras por hoja, la cual disminuyó a finales de octubre. Y en machos se registró una alta población de 0.09 individuos por hoja a mediados del mes de noviembre.

2.1.3. Hospedantes y distribución en el Perú

Nuñez (2008) describe que los hospederos en Perú son: *Citrus* spp, *Annona cherimola*, *Persea americana*, *Cocos nucifera*, *Ficus carica*, *Mangifera indica*, *Psidium guayaba*, helechos y orquídeas.

Marín y Cisneros (1982), sostienen que han observado su presencia en Piura, Chiclayo, Ica, Valle de la concepción (Cusco), Chanchamayo (Junín) y Costa central (Lima, Cañete, Huacho, Huaral y La Molina) afectando cultivos de *Citrus* sp., *Annona cherimola*, *Persea americana* y *Agave americana*.

2.1.4. Daños en la planta

Ripa y Larral (2008) para Chile refieren que los daños que causa *P. aspidistrae* son directos y se producen debido a los efectos acumulativos que se da cuando las escamas se alimentan de las células, provocando su destrucción y exposición de estas al desecamiento y ataque de patógenos. Además, a pesar que se produzcan infestaciones leves, mencionan que genera un daño indirecto al colocarse sobre los frutos y disminuir su valor comercial.

Nuñez (2008) menciona que el daño directo se produce por la succión de la savia de las plantas, provocando una decoloración y marchitez de las hojas. Cuando se presentan poblaciones muy altas puede ocurrir defoliación y muerte de ramas.

2.1.5. Enemigos naturales

Nasca et al. (1981) mencionan que en Argentina se encuentran como controladores naturales a *Aphytis* sp. (Hymenoptera: Aphelinidae) y una “vaquita depredadora” de machos (Coleoptera: Coccinellidae).

Marín (1982) sostiene que hay una asociación directa entre el grado de parasitoidismo y depredación y el nivel de población de *P. aspidistrae*; además, señala que la depredación es relevante en el caso de los machos, y por otro lado, que el parasitoidismo lo es en las

hembras. Registró los siguientes controladores biológicos en muestras de “naranja agrio”; *Aphytis hispanicus* (Mercet) (Aphelinidae), ectoparasitoide de la hembra, *Arrhenophagus chionaspidis* Aurivillius (Encyrtidae), endoparasitoide del macho, y *Scymnus* sp. (Coccinellidae), depredador del macho.

Núñez (2008) encontró bien establecidos a los ectoparasitoides de hembras: *Mitilaspidis aphytis*, *A. diaspidis*, los endoparasitoides: *Encarsia citrina* y *Arrhenophagus chionaspidis* y los predadores: *Rhyzobius lophanthae*, *Scymnus* sp, *Coccidophilus citricola* y *Chrysopodes* sp.

2.2. *Encarsia citrina* (Craw)

Esta especie de tamaño diminuto se desarrolla sobre varios huéspedes. Las hembras son endoparasitoides con reproducción sexual y partenogenética y se pueden desarrollar internamente en el cuerpo de ninfas de queresas Diaspididae. Las hembras suelen depositar 1 huevo por individuo; sin embargo, se han dado casos en donde se ha depositado más de un huevo por individuo; sin embargo, solo se desarrolla una larva. Asimismo, estas hembras pueden diferenciar entre huéspedes que han sido y no han sido parasitados (Myartseva & Evans, 2008).

Por otro lado, los machos se originan a partir de huevos haploides depositados por la hembra, estas pueden depositarlos sobre pupas o ninfas ya parasitadas (hiperparasitoidismo) o sobre huevos de lepidópteros. Sin embargo, los machos se producen ocasionalmente, en un porcentaje bajo del 1-5%, y estos machos no siempre son funcionales (Polaszek, 1999).

2.2.1. Clasificación taxonómica

Orden: Hymenoptera

Suborden: Apócrita

Serie: Parasítica

Superfamilia: Chalcidoidea

Familia: Aphelinidae

Subfamilia: Coccophaginae

Género: *Encarsia* Förster, 1878

Especie: *Encarsia citrina* (Craw, 1891)

2.2.2. Distribución

Según el Centro de Biociencia Agrícola Internacional (CABI) (2021) y el Museo Nacional de Historia (2021), *E. citrina* tiene una amplia distribución mundial que abarca una larga lista de países de todos los continentes.

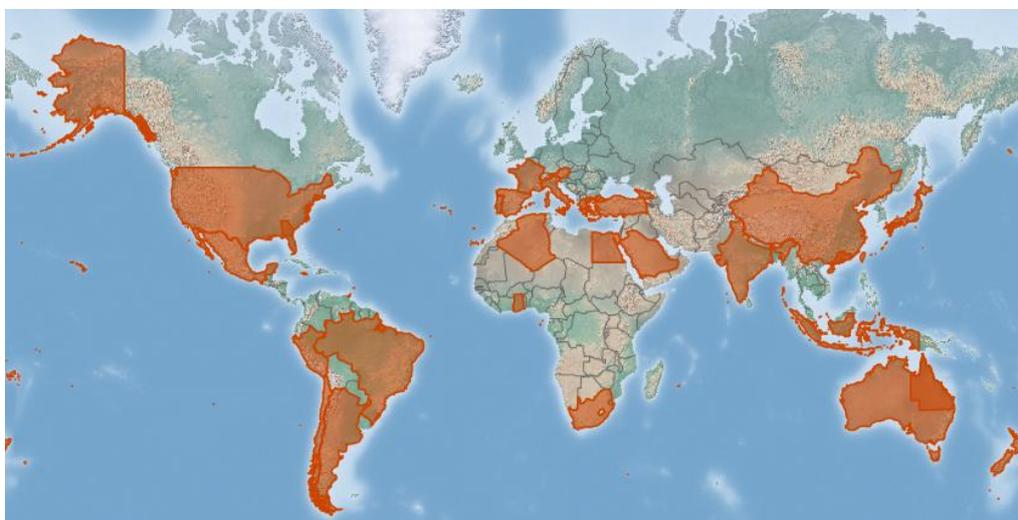


Figura 3. Distribución mundial de *Encarsia citrina*.

Fuente. CABI (2021)

En el Perú, *Encarsia citrina* (conocida anteriormente como *Aspidiotiphagus citrinus*) se introdujo desde Estados Unidos entre los años 1904-1912, como parte de un control biológico para *Pinnaspis strachani* que es plaga del algodón (Nuñez, 2011).

2.2.3. Biología y morfología

Los huevos del género *Encarsia* son de forma ovalada, lisos y translúcidos; en cuanto al tamaño, miden aproximadamente 30 y 70 μm de ancho y largo respectivamente. Este estado de desarrollo dura aproximadamente de 3 a 4 días (Collier et al., 2002).

La larva de *Encarsia* presenta un aspecto vermiforme, y está cubierta por una membrana cristalina, la cual no se observa segmentada y mide aproximadamente 150 μm de ancho y 450 μm de largo. El tiempo que conlleva esta etapa de larva es entre 6 a 12 días. Las pupas son de color marrón oscuro, con el abdomen liso (Suarez et al., 2010).

De acuerdo con Viggiani (1987), la hembra adulta de *Encarsia citrina* presenta un cuerpo de color marrón, con el mesoscutum y el escutelum de color amarillo; las antenas son de color marrón-amarillentas y las alas anteriores, como se muestra en la Figura 4, presentan

un pardeamiento debajo de la vena marginal. En relación a las antenas, estas presentan un escapo angosto, el pedicelo es alrededor de un tercio más extenso que el primer artículo del funículo; y este último aproximadamente la mitad de largo que la clava.

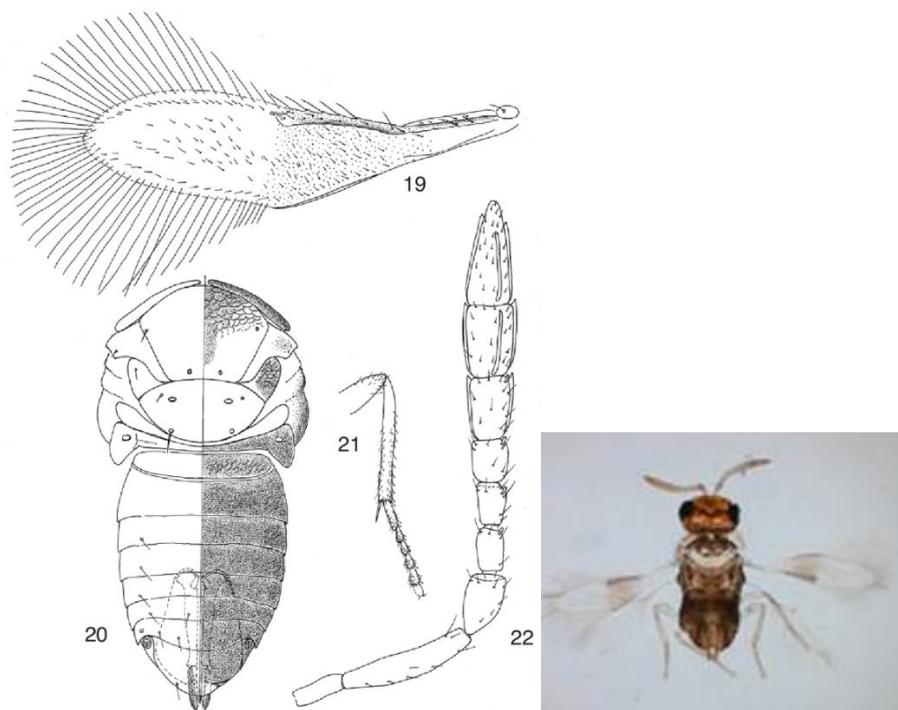


Figura 4. Partes del cuerpo de *E. citrina*.

Nota. Izquierda. *Encarsia citrina*: 19. ala anterior; 20. mesosoma y gáster; 21. mitad de la pata; 22. antena (hembra). Fuente: Polaszek et al. (1999). Derecha. Adulta hembra de *E. citrina*.

Fuente: Dao et al. (2015)

Según Schmidt y Polaszek (2007), en cuanto al color de *Encarsia citrina*, presenta una cabeza de tonalidad marrón – amarillento y se va tornando más oscura en la parte baja y el occipucio. El mesosoma presenta un color amarillo, a diferencia del pronoto, el lóbulo medio mesoscutelar, el mesopleurón y el propodeo que son un tono un poco más oscuro. Las alas delanteras son transparentes y presentan una banda oscura detrás de la vena marginal; por otra parte, las patas son amarillas y la coxa posterior es color marrón.

El tiempo hasta llegar a la etapa adulta de *Encarsia* dura 12 y 14 días aproximadamente para las hembras y machos respectivamente. Así mismo, se menciona que el periodo de duración de los estados de desarrollo de huevo a adulto puede verse influenciada por la longitud del huésped y la temperatura (Nikolskaya & Yasnosh, 1996).

2.2.4. Comportamiento

Según los estudios realizados de Carbajal y Martos (2019), los individuos de *E. citrina* no requirieron de altas poblaciones del hospedero para poder hacer la elección y ovipositar en las queresas, lo cual es similar a los estudios de Navea y Vargas (2012) quienes mencionan situaciones similares con *Aphytis*, que es una especie parasitoide que también pertenece a la Familia Aphelinidae.

En base a Antony et al. (2004), cuando los individuos de *E. citrina* se encuentran en estado de pupa y cerca a la emergencia, estos realizan unos pequeños movimientos dentro del huésped. La emergencia se produce mediante un orificio construido por los adultos en la cutícula del huésped como se muestra en la Figura 5.



Figura 5. Escama con orificio de salida donde la avispa adulta salió de su huésped.

Fuente: Rebek (2008)

Los adultos de *Encarsia citrina* que emergen de sus huéspedes tienen como fuente de alimentación la secreción que exudan sus hospederos y las secreciones que liberan estos cuando se realiza la oviposición, es decir, los individuos adultos pueden actuar como predadores ya que muchas veces llegan a matar a sus hospederos (Carbajal y Martos, 2019)

2.2.5. Parasitoidismo

Según Altieri y Nicholls (1999), citado por Myartseva et al. (2013), las especies del género *Encarsia* son muy utilizados en programas de manejo integrado de plagas (MIP) y control biológico debido a que son parasitoides eficaces, esto debe a que poseen alta especificidad respecto a sus huéspedes.

De acuerdo con Gonzalez et al. (2017), esta especie es muy importante ya que se han observado altos niveles de parasitoidismo en los huertos comerciales de palto en México, y posiblemente sean estos parasitoides los que mantienen las poblaciones de las queresas en rangos que no causen un alto daño económico.

Carbajal y Martos (2019) encontraron altos niveles de parasitoidismo de *E. citrina* sobre *Hemiberlesia latanie* en el cultivo del Palto, principalmente en las ramas a diferencia de los frutos; y aumentó en los meses de julio y septiembre, posiblemente debido a las mayores temperaturas y humedad relativa de la época, factores que también consideran importantes autores como Lázaro et al. (2012).

Por otro lado, Soares et al. (1997) mencionan que la mayor actividad de vuelo y oviposición de *E. citrina* se produce en temporadas de primavera y verano. De igual forma señalan que su abundancia y parasitoidismo activo depende de la presencia de los estadios susceptibles de la escama a parasitar y de las condiciones abióticas, es decir, las bajas temperaturas afectan drásticamente las poblaciones y por ende el nivel de parasitoidismo de *E. citrina*; sin embargo, la población se puede recuperar si las condiciones ambientales vuelven a ser normales.

III. METODOLOGÍA

3.1. Lugar de ejecución

La presente investigación tuvo 2 fases, la fase de campo en la que se recolectó muestras de hojas de una plantación de palto del Programa de Investigación de frutales y la otra fase se realizó en las instalaciones del laboratorio de investigación del Museo de Entomología “Klaus Raven Büller”, ambas fases se realizaron en el interior de la Universidad Nacional Agraria La Molina, ubicada en el distrito de La Molina, Lima, Perú con coordenadas 12°04'45.61" S y 76°56'49.50" O a 383 m.s.n.m., entre junio y diciembre del 2021.

3.2. Materiales y equipos

3.2.1. Materiales

- Individuos de *Encarsia citrina*
- Individuos de *Pinnaspis aspidistrae*
- Frutos de zapallo loche “*Cucurbita moschata*”
- Recipientes de plástico rectangulares con tapa de 4 litros de capacidad
- Viales de plástico de 1 ml de capacidad
- Lupa entomológica 60X
- Pinceles N° 000, 00 y 01
- Glicerina
- Anillos circulares de plástico
- Pegamento UHU
- Tela de organza
- Plastilina
- Bolsas ziplot
- Tijera de podar
- Alcohol 70°
- Papel cartón
- Arena fina
- Termohigrómetro digital
- Cinta masking tape
- Plumón negro indeleble
- Cutter especial para plástico
- Algodón
- Tijera
- Regla de metal
- Libreta de apuntes
- Guantes quirúrgicos
- Papel toalla
- Miel
- Stickers adhesivos

3.2.2. Equipos

- Balanza digital
- Termohigrómetro digital
- Cámara climática
- Microscopio estereoscópico 40X

3.3. Metodología

3.3.1. Colecta de hojas de Palto con *Pinnaspis aspidistrae*

Se colectaron muestras de hojas de palto ‘Hass’ injertado en Zutano (10 años de edad y con un marco de plantación de 6 x 3 m) las cuales estaban infestadas con *Pinnaspis aspidistrae*, estos árboles estaban ubicados dentro del campo de la colección de Palto en la UNALM al lado de la puerta N°5, pertenecientes al Programa de Investigación en frutales.

Para obtener las muestras, primero se ubicaron las zonas de preferencia de la queresa, que es el tercio inferior del árbol. Luego, con la ayuda de una lupa con aumento de 60X, se identificaron los individuos hembra de *P. aspidistrae* y con una tijera de podar se extrajeron las hojas, se las depositó en bandejas de plástico y se trasladaron al laboratorio para su posterior crianza.



Foto de Gissell Huamani Chavez, 2021

Figura 6. Hojas de Palto infestadas con *Pinnaspis aspidistrae*

3.3.2. Crianza masal de *Pinnaspis aspidistrae*

Con la ayuda de un microscopio estereoscópico de 40X y un estilete se procedió a levantar la “escama” que recubre el cuerpo de *P. aspidistrae* que estaban en las hojas colectadas y con un pincel N° 00 se trasladaron los huevos hacia los zapallos loche (*Cucurbita moschata*), los cuales previamente fueron desinfectados con alcohol de 70°C embebido en algodón. Se cubrió la mayor parte de la superficie del zapallo con los huevos con excepción de la parte inferior para que no se lastimen al depositarlos en el recipiente de crianza.



Foto de Gissell Huamani Chavez, 2021

Figura 7. Hoja de Palto con hembras y huevos de *P. aspidistrae*.



Foto de Gissell Huamani Chavez, 2021

Figura 8. Traslado de huevos de *P. aspiditrae* hacia los frutos de zapallo loche

Una vez que se depositaron los huevos en la superficie del zapallo, estos se acondicionaron en el interior de los contenedores de plástico rectangulares con una capacidad de 4 litros, que tenían en la tapa una adaptación a manera de ventana, la cual fue cubierta por tela tul

para que permita una ventilación de la cámara de cría, en los cuales se colocó en la base una esponja de 2 cm de espesor para evitar dañar la parte inferior del zapallo con la superficie dura del contenedor y que pueda durar más tiempo.

Desde el estadio de ninfa II, en donde se notan las diferencias entre hembras y machos de la queresá, se fueron eliminando los individuos machos, ya que *E. citrina* suele parasitar en gran parte a los individuos hembras. La temperatura del ambiente se registró diariamente hasta el inicio de los ensayos, así como también el desarrollo de las ninfas de *P. aspidistrae* para poder monitorear los estadios y puedan ser usados en los ensayos.



Foto de Gissell Huamani Chavez, 2021

Figura 9. Cámaras de crianza con frutos de zapallo loche infestadas con *Pinnaspis aspidistrae*



Foto de Gissell Huamani Chavez, 2021

Figura 10. Superficie de zapallo con ninfas de *Pinnaspis aspidistrae*

3.3.3. Montaje e identificación del parasitoide (*Encarsia citrina*)

Para realizar los montajes, primero se levantó la escama de las hembras de *P. aspidistrae* que estaban parasitadas en la colecta de hojas de palto y cuidadosamente se extrajo a las pupas o “momias” del parasitoide; posteriormente, estas se depositaron de forma individual en viales que tenían una capacidad de 1 ml y se esperó hasta la emergencia de los parasitoides adultos.

Luego de la emergencia, se los mantuvo sin alimento hasta que quedaran sin vida; después se colocó los cadáveres en alcohol a 70° para que se decolore el cuerpo y se pueda observar las características principales de la especie. Una vez que estuvieron 3 días en alcohol, se los retiró a una placa Petri y se procedió a separar y acomodar las regiones del cuerpo; incluyendo patas, antenas y alas. Se depositó en una lámina portaobjetos que estaba cubierta con glicerina y encima se colocó una laminilla cubreobjetos para posteriormente observar los detalles con la ayuda de un microscopio estereoscópico de 40X. Finalmente, se determinó que el parasitoide era *Encarsia citrina* con las claves taxonómicas de la literatura de Myartseva y Evans (2008) y se procedió con la crianza.

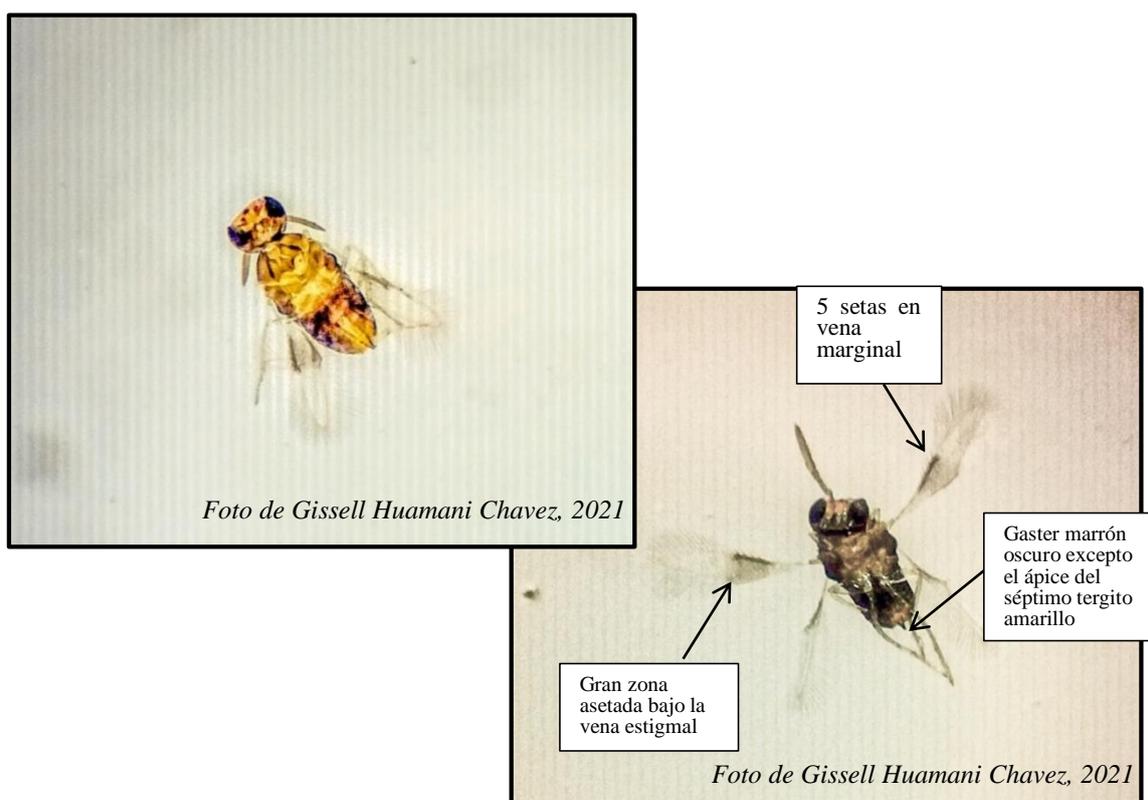


Figura 11. Hembras adultas de *E. citrina*. Cuerpo de *Encarsia citrina* donde se observa algunas estructuras características propias de la especie.

3.3.4. Crianza masal de *Encarsia citrina*

De la colecta de hojas de palto infestadas con *P. aspidistrae*, se levantó la cubierta de la queresa hembra con la ayuda de un estilete y se colectó las pupas o “momias” de *Encarsia citrina* para acondicionarlas en envases circulares de plástico con dimensiones de 5 cm de diámetro y 8 cm de altura. Estos envases se perforaron en la parte superior y el orificio fue cubierto con tela tul para que permita una ventilación en el interior. Asimismo, se colocó tiras de papel autoadhesivas en la base del envase y sobre ellas se depositó interdiariamente tiras de miel con agua en relación 1:1, de tal forma que los individuos adultos del parasitoides puedan tener alimento al momento que emerjan (Figura 12).

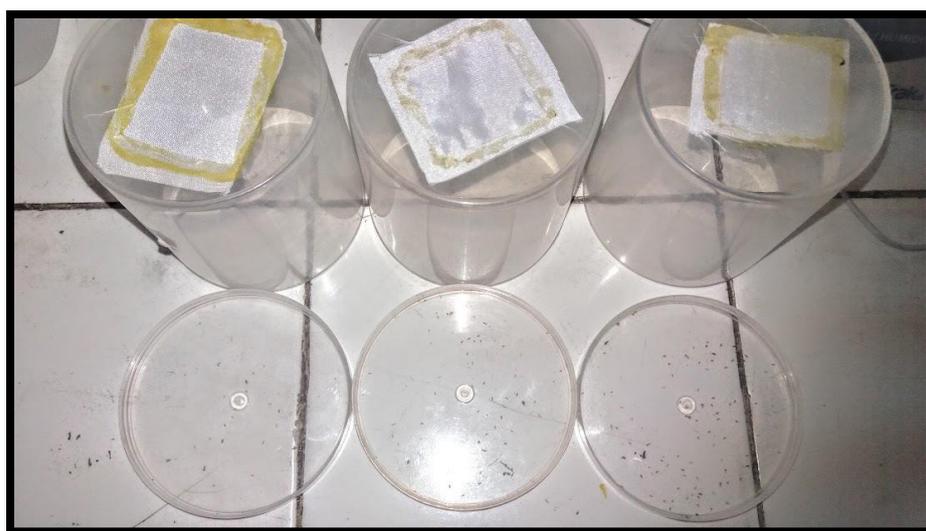


Foto de Gissell Huamani Chavez, 2021

Figura 12. Envases de plástico con pupas de *E. citrina*

Para la crianza masal de adultos de *Encarsia citrina*, la metodología desarrollada se basó en la técnica usada por Matadha et al. (2004), con modificaciones. Para esto, se utilizaron los zapallos loche (*Cucurbita moschata*) de la crianza que habían sido infestados con hembras de *P. aspidistrae*, y sobre estos se colocaron los parasitoides aislados de forma individual en pequeños anillos circulares de plástico transparente a manera de jaula (1 cm de altura y 2 cm de diámetro), las cuales fueron hechas con frascos de plástico de 1 mm de grosor. Se colocó una tela muselina sobre la abertura de un extremo de la jaula para facilitar la ventilación.

Asimismo, las jaulas se fijaron sobre el zapallo con plastilina y en la pared de la jaula se depositó unas finas tiras de papel con miel que sirvieron como fuente adicional de alimento para los parasitoides adultos que iban emergiendo, los cuales fueron transportados a otras jaulas cada día, de tal manera que se puso a aumentar los individuos en la crianza; adicional a

esto, se tuvo marcadas las hembras de *P. aspidistrae* que habían sido parasitadas hasta que el parasitoide complete su desarrollo y pueda ser usado en los ensayos. La temperatura se registró diariamente hasta el inicio de los ensayos.



Foto de Gissell Huamani Chavez, 2021

Figura 13. Cámara de cría de *E. citrina* sobre *P. aspidistrae*

3.4. Variables de medición

Para los siguientes ensayos de medición se utilizó un anillo de plástico de 2 cm de diámetro y 1 cm de altura, el cual estuvo adherido al zapallo loche con plastilina y en el orificio superior se cubrió con tela muselina para evitar que los adultos del parasitoide se escapen. Para todos los ensayos se utilizaron hembras adultas de *Encarsia citrina* que tuvieron 24 horas de haber emergido, debido a que según Heimpel et al. (1997) los parasitoides de menos de 1 día de adultos tienen menos probabilidades de ovipositar que las hembras de más de 24 horas. Los ensayos fueron colocados en una cámara de crecimiento a 3 temperaturas constantes de 20, 25 y 30 °C y con un 60-70% de humedad relativa y un fotoperiodo de 14:8h.

3.4.1. Porcentaje de parasitoidismo

Para determinar el porcentaje de parasitoidismo de *Encarsia citrina*, se utilizaron hembras adultas jóvenes (3er estadio) de la escama *Pinnaspis aspidistrae* que aún no habían colocado huevos. Cada área experimental consistió en un anillo plástico adherido con plastilina al zapallo loche que en su interior contaba con 20 individuos hembra de *P. aspidistrae*, una delgada tira de miel sobre la superficie del zapallo y una hembra adulta de *Encarsia citrina* de 24 horas de haber emergido.

Estas se trasladaron a una cámara de crecimiento con temperaturas constantes de 20, 25 y 30°C, los parasitoides permanecieron alrededor de 24 horas con sus hospederos y luego de transcurrido el tiempo se las retiró de la jaula plástica y luego se registró la oviposición de cada hembra. Al ser *E. citrina* un endoparasitoide, se registró el número de individuos que habían sido parasitados a los 10 días de la oviposición, de tal forma que en el transcurso de este tiempo se pudo diferenciar a las larvas cuando estaban en desarrollo. Posteriormente, se obtuvo el porcentaje de parasitoidismo contando el número de individuos parasitados frente al número de individuos colocados inicialmente. Cada tratamiento de temperatura contó con 20 repeticiones.

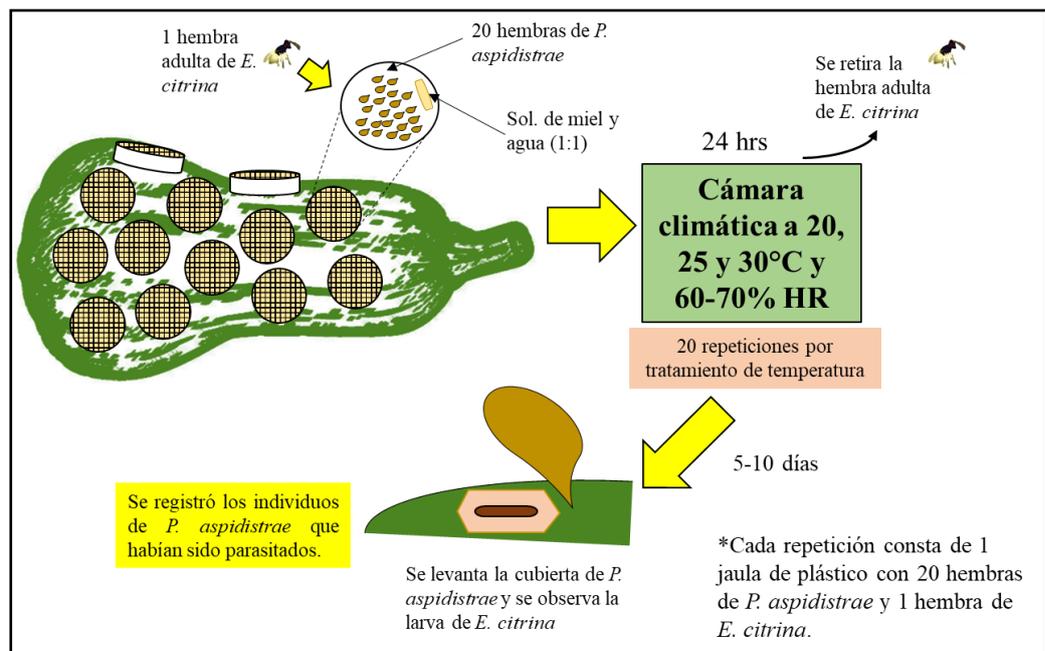


Figura 14. Diagrama del proceso de Porcentaje de parasitoidismo de *E. citrina*

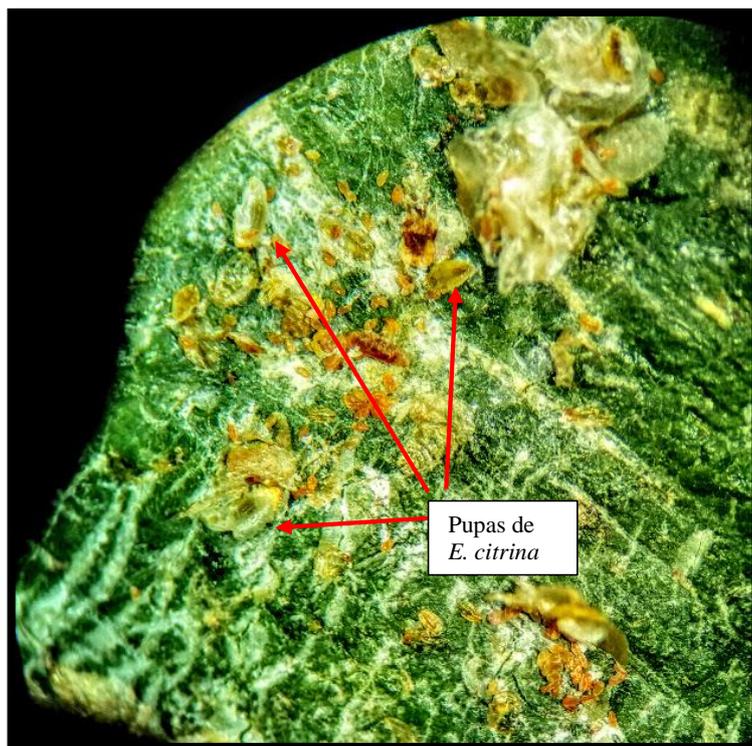


Foto de Gissell Huamani Chavez, 2021

Figura 15. Hembras de *P. aspidistrae* parasitadas con *E. citrina*

3.4.2. Porcentaje de emergencia

Para el ensayo de porcentaje de emergencia, se siguió el procedimiento del ensayo anterior; es decir, se colocaron las jaulas de plástico en zonas de zapallo que contenían entre 20 y 30 hembras adultas de *P. aspidistrae* y en cada jaula se colocó un individuo de *E. citrina* con una tira de papel con miel en la superficie del zapallo.

Se introdujo los zapallos a una temperatura de 25 °C ya que en el ensayo anterior se registró un mayor porcentaje de parasitoidismo a esa temperatura; después de 24 horas se retiró al parasitoide, se hicieron varias jaulas de tal forma que se puedan obtener gran cantidad de individuos parasitados. Luego de 7 días, se procedió a levantar la cubierta o “escama” de las queresas y ahí se identificaron los individuos que había sido parasitados, estos se notan debido a que las larvas de *E. citrina* se muestran como una ligera línea oscura en el interior de las hembras de *P. aspidistrae*.

Luego, se seleccionaron 10 de los cuerpos de *P. aspidistrae* que habían sido parasitados y que contenían un individuo de *E. citrina* en su interior; y se los acomodó con un pincel en la base de la tapa de un vial plástico de capacidad de 1 ml, de tal manera que hubo 10 pupas de

E. citrina por vial, estos se trasladaron a la cámara climática para cada una de las temperaturas correspondientes de 20, 25 y 30 °C y con un 60-70% de humedad relativa. A medida que los adultos del parasitoide iban emergiendo se tomaba registro del número de estos. Cada tratamiento de temperatura contó con 20 repeticiones.

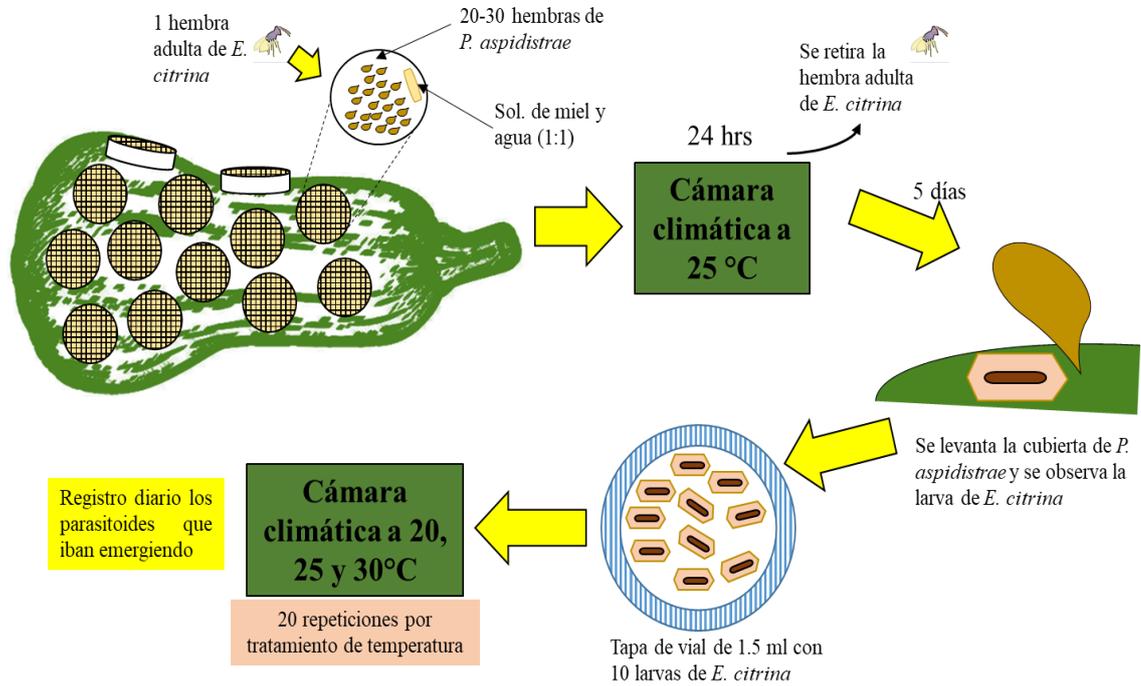


Figura 16. Diagrama del proceso de Porcentaje de emergencia de *E. citrina*

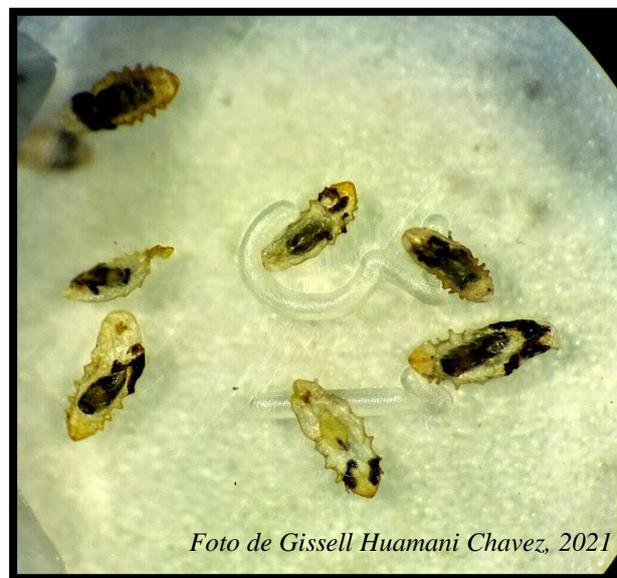


Figura 17. Tapa de vial de 1.5 mL con Pupas o “momias” de *E. citrina*, endoparasitoide de *P. aspidistrae*

3.4.3. Supervivencia

Para calcular la supervivencia, se colocaron aleatoriamente 20 adultos de *E. citrina* recién emergidos, de forma individual por tratamiento y en viales de 1 ml a temperaturas constantes de 20, 25 y 30 °C sin alimento. Otros 20 individuos por cada temperatura con miel de alimento, para registrar su supervivencia tras la emergencia. Se revisó la supervivencia todos los días a la misma hora.

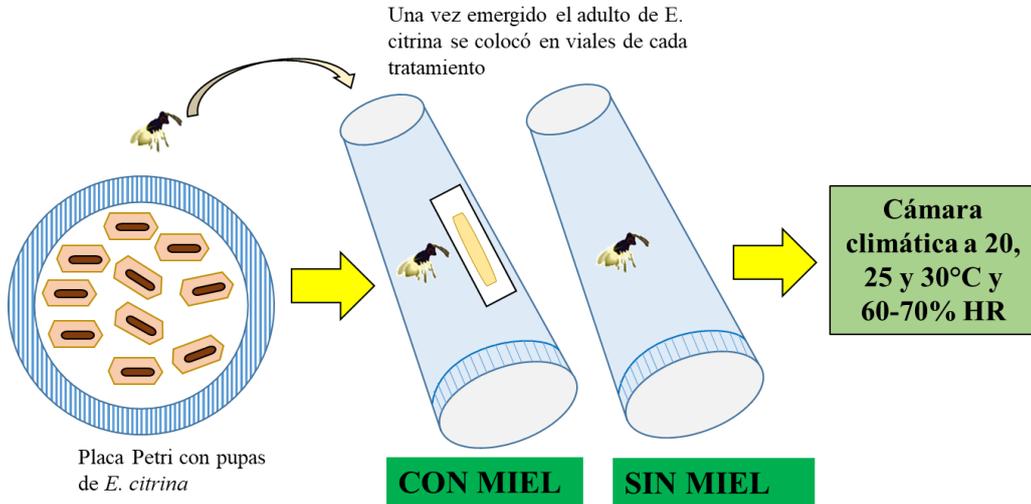


Figura 18. Diagrama del proceso de la evaluación de la supervivencia de *E. citrina*



Foto de Gissell Huamani Chavez, 2021

Figura 19. Viales de 1 mL con adultos de *E. citrina* para determinar su supervivencia.

3.5. Diseño experimental

Para el porcentaje de parasitoidismo y el porcentaje de emergencia se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con tres tratamientos (20, 25 y 30°C) y 20 repeticiones por tratamiento. El modelo aditivo lineal fue el siguiente:

$$Y(ij) = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

$i=1, 2, 3$ (tratamientos)

$j=1, 2, 3, \dots, 20$ (repeticiones)

$Y(ij)$ = Observación en la unidad experimental

μ = efecto medio general

τ_i = Efecto de i -ésimo tratamiento

ε_{ij} = Error experimental

Para la supervivencia se utilizó un Diseño Completamente al Azar con arreglo factorial 3A x 2B, con 6 tratamientos siendo el factor A las temperaturas (20, 25 y 30 °C) y el factor B el alimento (con miel y sin miel). El modelo aditivo lineal fue el siguiente:

$$Y(ijk) = \mu + A_i + B_j + (AB)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

$Y(ijk)$ = Observación de la variable respuesta en la unidad experimental

μ =Media general

A_i = efecto del i -ésimo factor A

B_j = efecto del j -ésimo factor B

$(AB)_{ij}$ = efecto de la interacción AB

ε_{ijk} = Error experimental

3.6. Análisis estadístico

Los datos obtenidos fueron analizados bajo un análisis estadístico, se realizó un Análisis de Varianza (ANVA); asimismo, se utilizaron las pruebas estadísticas no paramétricas de Kruskal-Wallis con un nivel de significación de 0.05, en la cual se identificó si hubo diferencias entre las medias de los tratamientos. El Software que se utilizó para el análisis de los datos de la investigación fue Rstudio.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. Porcentaje de parasitoidismo de *E. citrina*

Los resultados obtenidos muestran que el parasitoidismo fue mayor a 25 °C con 38%; a 20 °C fue de 25.5%; en tanto que a 30 °C se registró el menor porcentaje, alcanzando sólo el 0.75 %, en este último se observó una máxima de 5% de parasitoidismo, es decir, de los 20 individuos de *P. aspidistrae* que fueron expuestos al parasitoide por unidad experimental, solo 1 fue parasitado. (Tabla 1).

Tabla 1. Porcentaje de parasitoidismo de *E. citrina* sobre hembras *P. aspidistrae* a tres temperaturas constantes en condiciones de laboratorio, La Molina, Lima - Perú 2021

Temperatura	N	Porcentaje de Parasitoidismo de <i>E. citrina</i>			Significancia (Grupos)
		Parasitoidismo (%)	Desv. estándar	Mín. Máx.	
20 °C	20	25.50 ± 1.53	6.8633	15 40	b
25 °C	20	38.00 ± 1.55	6.9585	20 45	a
30 °C	20	0.75 ± 0.40	1.8317	0 5	c

Nota. Tratamientos con la misma letra no son significativamente diferentes

La figura 20 muestra que la mediana del tratamiento a 25 °C es mayor a los datos máximos tomados a 20 y 30 °C. Asimismo, los valores de porcentaje de parasitoidismo a 25 °C están sesgados hacia la izquierda, entre 35 a 40%, esto podría haber influido que a esta temperatura se obtenga un mayor parasitoidismo. Por otra parte, los datos tomados a 30 °C resultaron en su mayoría en 0% de parasitoidismo; sin embargo, hubo 3 datos atípicos de un 5% de supervivencia a esa temperatura.

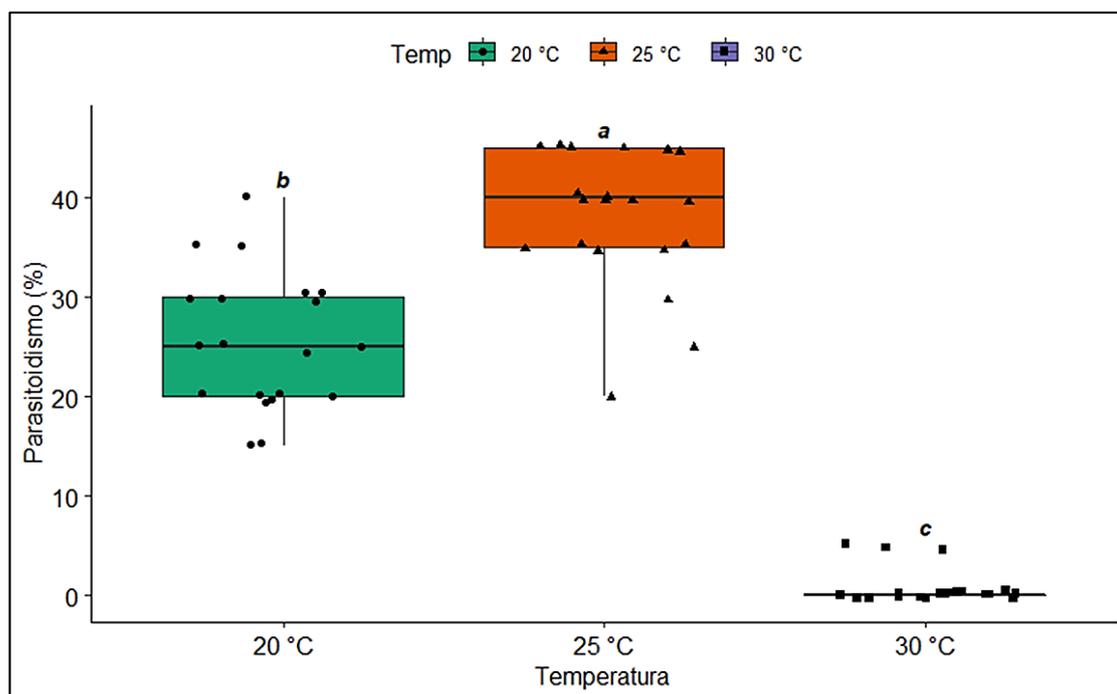


Figura 20. Porcentaje de parasitoidismo de *E. citrina* sobre hembras de *P. aspidistrae* a tres temperaturas constantes en condiciones de laboratorio, La Molina, Lima – Perú, 2021.

Los valores hallados muestran cierta correspondencia a otros autores que registran temperaturas óptimas entre 20 y 25 °C; así Matadha et al. (2004) y Bayoumy (2013a), sobre algunos parámetros de vida de *E. citrina* sobre las queresas *Quadraspidiotus perniciosus* (Comstock) y *Unaspis euonymi*, a temperaturas constantes de 15, 17.5, 20, 25, 27.5 y 30 °C, con una HR de 60-70%; mencionan que los mayores periodos de oviposición se producían cuando los parasitoides estaban expuestos a temperaturas constantes de 20 y 25 °C; y señalan que a pesar de que este parasitoide puede sobrevivir a temperaturas extremas de 15 y 30 °C, no se produce oviposición a esas condiciones, resultados similares con el obtenido por este estudio donde se produjo un 0.75% de parasitoidismo a una temperatura constante de 30 °C.

Bayoumy (2013b) en otro estudio que abarcaba la respuesta de *E. citrina* y *E. perniciosi* sobre la escama *Diaspidiotus perniciosus*, registraron que *E. perniciosi* parasitó el 43% de *D. perniciosus* frente al 18% de *E. citrina*. En otra investigación registraron un porcentaje de parasitoidismo máximo de 60% en *E. citrina* sobre *Unaspis euonymi* que tenían 10 días de edad y un 15% cuando tenían 5 días de edad a una temperatura constante de 25 ± 1 °C (Bayoumy et al., 2009)

Otros autores como Navea y Vargas (2012) determinaron la capacidad de parasitoidismo de *Aphytis diaspidis*, un parasitoide también perteneciente a la Familia Aphelinidae, sobre la queresá *Hemiberlesia lataniae* y encontraron una máxima tasa de parasitoidismo de 66% a una temperatura de $26 \pm 2^\circ\text{C}$ y 65 % de HR, en individuos del tercer estadio. Kidane et al. (2020) con los parasitoides de moscas blancas *Encarsia sophia* and *Eretmocerus hayati*, registraron un 30 – 35% de parasitoidismo a temperaturas constantes de 26°C .

No existen muchas referencias de campo que hayan registrado el control de *E. citrina* en queresas. McClure (1986) registró un 88% de parasitoidismo en poblaciones de *Fiorinia externa* Ferris y *Nuculaspis tsugae* (Marlatt) en cicuta oriental (*Tsuga canadensis*). Asimismo, Carbajal y Martos (2019) registraron un 26.3 y 41.4 % de parasitoidismo sobre *Hemiberlesia lataniae* en frutos y ramas de palto respectivamente. Por su parte, Rasekh y Michaud (2011), quienes estudiaron el parasitoidismo de *E. citrina* sobre la queresá de las coníferas *Nuculaspis abietis* al norte de Irán, registraron un mayor porcentaje (65%) en el mes de Julio y un menor porcentaje (0.5%) en el mes de marzo.

Por su parte, Hansen y Jensen (2002) proponen que a futuro se deban considerar el efecto de la temperatura sobre el nivel del parasitoidismo, pues en sus observaciones con *Trichogramma turkentanika* Meyer (Hymenoptera: Trichogrammatidae), obtuvieron un mayor porcentaje de parasitoidismo entre los 20 y 25°C . Por tanto, consideran que la temperatura es un factor determinante al momento de la liberación de estos parasitoides en zonas donde la temperatura podría influir en un bajo o nulo control de la plaga.

4.2. Porcentaje de emergencia de adultos de *E. citrina*

Se encontró que el porcentaje de emergencia fue significativamente mayor a las temperaturas constantes de 20 y 25°C , frente al tratamiento de 30°C , puesto que estos porcentajes mayores resultaron en un $76.5 \pm 3.99\%$ y $85.0 \pm 2.86\%$ de emergencia, respectivamente (Tabla 2); sin embargo, no hubo diferencias significativas entre esas temperaturas (de 20 y 25°C). Cuando los individuos en desarrollo fueron expuestos a una temperatura constante de 30°C se presentó un bajo porcentaje, como se puede observar en el gráfico 21, la mediana se encuentra concentrada en 0% y muy pocos datos llegan hasta 20%, lo cual solo generó un 4% de adultos emergidos.

Tabla 2. Porcentaje de emergencia de adultos de *E. citrina* sobre hembras de *P. aspidistrae* a tres temperaturas constantes en condiciones de laboratorio, La Molina, Lima – Perú, 2021.

Temperatura	N	Porcentaje de Emergencia de <i>E. citrina</i>				Significancia (Grupos)
		Emergencia (%)	Desv. estándar	Mín.	Máx.	
20 °C	20	76.5 ± 3.99	17.8517	40	100	a
25 °C	20	85.0 ± 2.86	12.7733	60	100	a
30 °C	20	4.00 ± 1.52	6.8055	0	20	b

Nota. Tratamientos con la misma letra no son significativamente diferentes

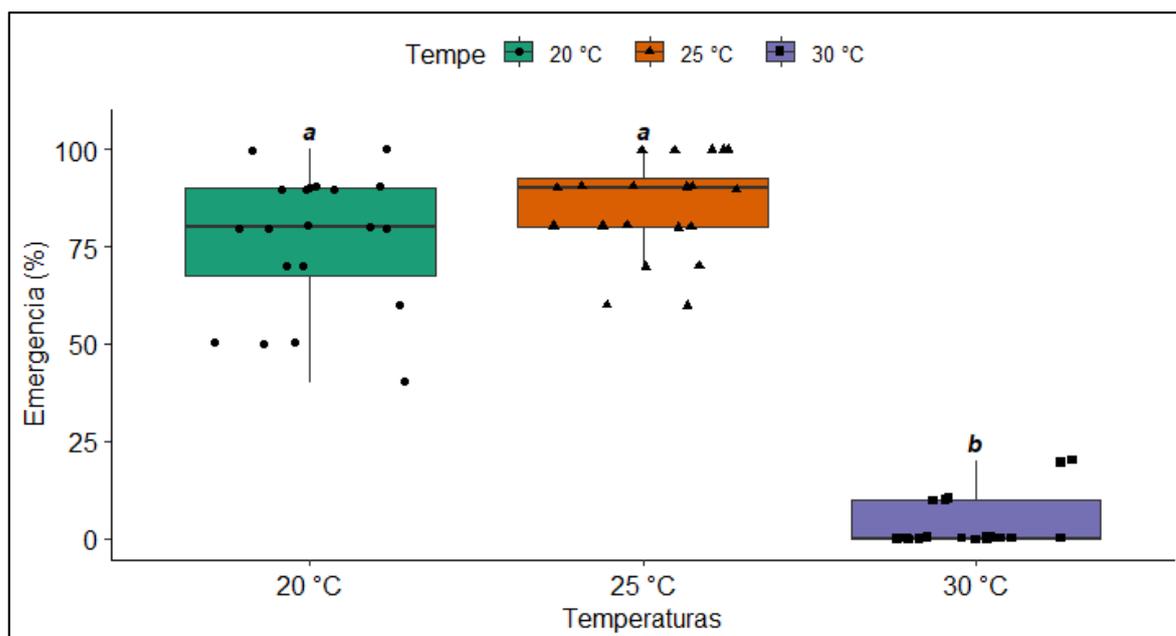


Figura 21. Porcentaje de emergencia de adultos de *E. citrina* sobre hembras de *P. aspidistrae* a tres temperaturas constantes en condiciones de laboratorio, La Molina, Lima – Perú, 2021

Resultados similares fueron encontrados por Logan y Thompson (2002), que obtuvieron un mayor porcentaje de emergencia (95%) cuando los individuos de *E. citrina* fueron expuestos a temperaturas constantes de 20 °C, sobre la escama *Hemiberlesia rapax*. Incluso mencionan que los tiempos de desarrollo para emergencia fueron menores a 20 °C que a 17.5 °C obtenidos sobre la escama *Aspidiotus nerii*. Del mismo modo, Bayoumy et al. (2009) registraron un mayor porcentaje de emergencia 85% en *E. citrina* sobre *Unaspis euonymi* que tenían 10, 15 y 20 días de edad a 25 ± 1 °C.

Los resultados muy bajos que se ha obtenido en esta investigación sobre el porcentaje de emergencia a 30 °C (4%), pueden deberse en gran parte a lo que suscriben Matadha et al. (2004), quienes señalan que el desarrollo embrionario no se produjo a temperaturas extremas de 15 y 30 °C. En contraste, Zandi y Shishehbor (2010) sí encontraron altos porcentajes de emergencia y desarrollo larval, llegando incluso a 70%, a temperaturas de 30 y 32 °C en *Encarsia acaudaleyrodes* criados sobre *Bemisia tabaci*.

En investigaciones con otros parasitoides los resultados son parecidos en relación a porcentajes de emergencia mayores a temperaturas similares en este estudio; en la investigación de Kidane et al. (2020) obtuvieron un 86% y 90% de emergencia a temperaturas constantes de 26 °C en parasitoides de moscas blancas como *Encarsia sophia* y *Eretmocerus hayati*, respectivamente. Además, registraron un promedio de 4 y 5 días para la emergencia de los adultos. Otra investigación realizada con *Aenasius bambawalei*, parasitoide del Coccidae *Phenacoccus solenopsis* (Hemiptera: Pseudococcidae), bajo una condición de 27 °C, obtuvieron un porcentaje de emergencia del 95% y un tiempo de 7 días para que emerja el parasitoide (Zhang et al., 2021). Asimismo, Wang (2016) estudió los efectos de la temperatura en *Eretmocerus warrae* (Hymenoptera: Aphelinidae), un parasitoide de la mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* (Hemiptera: Aleyrodidae), encontrando el máximo valor de $83.2 \pm 7.8\%$ de emergencia a 27 °C cuando se parasitó el segundo estadio ninfal.

4.3. Supervivencia de *E. citrina* alimentadas con y sin miel

Se registró que los individuos que presentaron una mayor supervivencia de 12.85 ± 0.42 días, fueron aquellos que estuvieron expuestos a 20 °C y se les proporcionó miel como alimento (Tabla 3).

En función del alimento, los individuos que estuvieron alimentados con miel presentaron una mayor supervivencia en comparación a los que no se les suministró nada de alimento. En cuanto a la temperatura, también hubo diferencias significativas, siendo 20 y 25 °C las condiciones en las cuales se registraron un mayor tiempo de supervivencia frente a los 30 °C; en esta última, como se muestra en el gráfico 22, el rango intercuartil tiene un tamaño similar con y sin miel; sin embargo, difieren en la mediana ya que con miel es cercana a 1 día y sin miel es 0 días. Se observa también que los alimentados con miel sobrevivieron casi el doble de los que no fueron alimentados para cada temperatura correspondiente.

Tabla 3. Promedio de días de supervivencia de *E. citrina* alimentadas con y sin miel, a tres temperaturas constantes en condiciones de laboratorio, La Molina, Lima – Perú, 2021.

Alimento	Temperatura	N	Días de supervivencia			Significancia (Grupos)
			Supervivencia (Días)	Desv. estándar	Mín. Máx.	
Con Miel	20 °C	20	12.85 ± 0.42	1.89944	9 16	a
	25 °C	20	8.95 ± 0.47	2.11448	5 12	b
	30 °C	20	0.85 ± 0.16	0.74515	0 2	d
Sin Miel	20 °C	20	5.85 ± 0.33	1.48235	4 8	c
	25 °C	20	4.75 ± 0.31	1.39548	2 7	c
	30 °C	20	0.30 ± 0.10	0.47016	0 1	d

Nota. Tratamientos con la misma letra no son significativamente diferentes

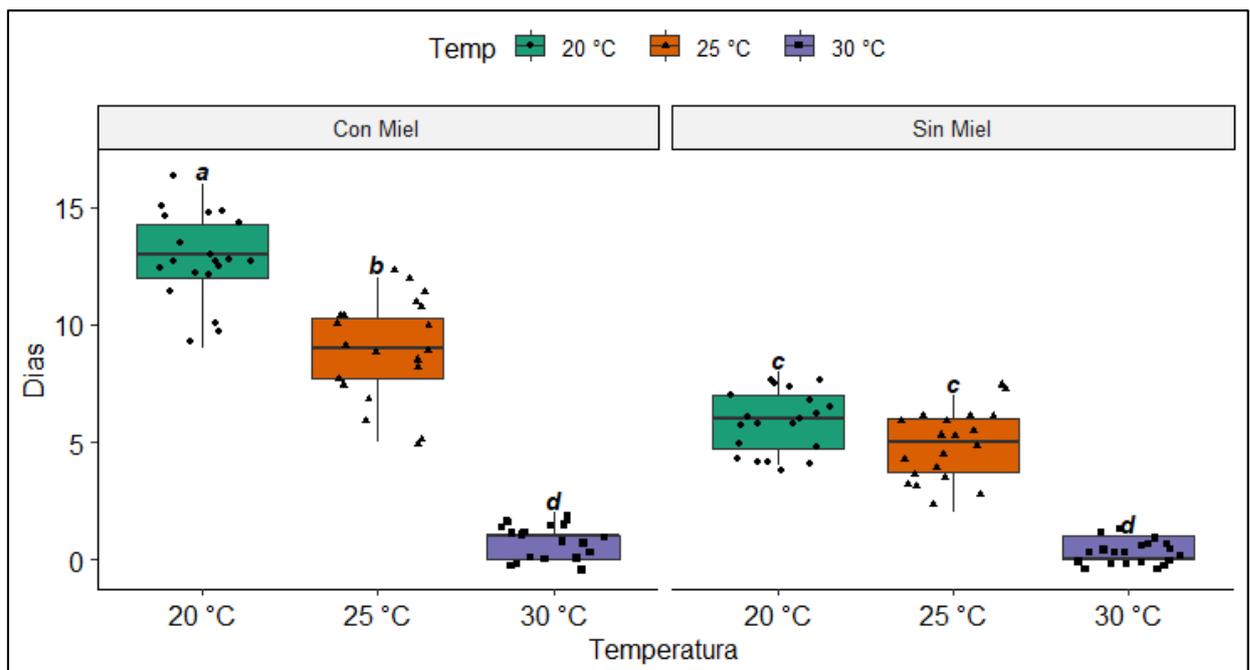


Figura 22. Promedio de días de supervivencia de *E. citrina* alimentadas con y sin miel, a tres temperaturas constantes en condiciones de laboratorio, La Molina, Lima – Perú, 2021.

Respecto al efecto de la temperatura y la supervivencia, estos resultados tienen similitud con los resultados registrados por autores como Zandi y Shishehbor (2010), quienes mostraron que existe una relación inversa entre la temperatura y el tiempo de supervivencia cuando hicieron ensayos con adultos de *Encarsia acaudaleyrodus* a temperaturas constantes de 20, 25, 30 y 32 °C. Observaron que el tiempo de supervivencia de las hembras de *E. acaudaleyrodus* fue dos veces mayor a 20°C que a 30°C y 32°C.

Kidane et al. (2020) en su investigación con los parasitoides de moscas blancas *Encarsia sophia* y *Eretmocerus hayati*, registraron un tiempo de supervivencia promedio de 17 y 11 días respectivamente a temperaturas constantes de 26 °C. En contraparte, a una temperatura de 15 °C, Bayoumi (2013a) observó que las hembras de *E. citrina* sobreviven más tiempo (34 días) pero menciona que esas temperaturas no contribuyen demasiado al parasitoidismo de las queresas debido a su estado pro-ovigénico, es decir, las hembras adultas emergen con todo el complemento potencial de huevos maduros durante toda la vida. Los registros obtenidos fueron similares a los registrados por Navea y Vargas (2012), quienes en un estudio con hembras de *Aphytis diaspidis* obtuvieron una mortandad progresiva a lo largo del tiempo, lo cual los autores creen que se puede deber a la muerte por envejecimiento natural de los especímenes. En este ensayo, los individuos de *A. diaspidis* sobre *Hemiberlesia lataniae* a 26 °C, tuvieron una supervivencia que iba en un rango de 14 a 24 días, registrándose una mayor muerte de individuos a los 21 días.

Por su parte, Daane et al. (2004) detectaron que las hembras de *Aphytis vandenboschi* y *Encarsia perniciosi* tenían preferencia de parasitoidismo sobre el tercer estadio de la escama *Quadraspidiotus perniciosus* (Comstock), y que suelen utilizar los de primer estadio como alimento, llegando incluso a causar una mayor mortandad por alimentación que por parasitoidismo. Además, hicieron ensayos del efecto de la temperatura que iba en rangos de 13 a 34 °C sobre la mortalidad de los parasitoides y mencionan que a medida que la temperatura es más alta entre 18 a 32 °C, hay una mayor rapidez en el desarrollo de los adultos; sin embargo, cuando las temperaturas eran extremas como 13 y 34 °C había una muerte significativa de los individuos.

El efecto del alimento en la supervivencia fue similar a lo registrado por Mashal et al. (2019) quienes mencionan que cuando los adultos de tres especies de *Trichogramma* sp fueron expuestos a 25 °C y alimentados con diferentes dietas que contenían miel, presentaban un mayor tiempo de supervivencia (10 – 12 días) y fecundidad frente al control que no recibió alimento (1 día). Esto se puede deber, en parte, a lo que mencionan Pekas et al. (2006), quienes analizaron los compuestos azucarados que se encontraban en los adultos de *Aphytis melinus* de los cuales obtuvieron que muchos de los parasitoides utilizan la melaza de algunos Hemiptera para alimentarse en campo; además, describen que sus cuerpos estaban principalmente compuestos de glucosa en un 50% del total de azúcares, frente a los que no

habían recibido nada de alimento, en los cuales el contenido total de azúcares disminuyó de manera significativa.

Referente al efecto de la interacción entre la fuente de alimento y la temperatura sobre el tiempo de supervivencia, algunos estudios en otros parasitoides como los de Boer et al. (2019), quienes analizaron el efecto de la temperatura y la fuente de alimento sobre el tiempo de vida de los adultos de los hiperparasitoides *Dendrocerus* spp. y *Asaphes* spp., encontraron que la fuente de alimento influyó significativamente en el tiempo de supervivencia, siendo mayor en los adultos alimentados con miel y menor en los que le suministraron solo agua o sin alimento. De la misma manera, el tiempo de supervivencia estuvo fuertemente influenciado por la temperatura, puesto que a 22 °C y 10 °C vivían tres y siete veces más que a una temperatura alta de 30 °C, respectivamente. También observaron que el tiempo de vida de los adultos fue mayor cuando fueron expuestos a 10 °C y alimentados con miel. Los resultados de Saleh (2020) fueron semejantes, pues mencionan que el tiempo de vida de los adultos de *Diaeretiella rapae* (M'Intosh) se vio afectada por la fuente de alimento y la temperatura.

Otros autores como Eliopoulos et al. (2005) determinaron en laboratorio los efectos que causaba la temperatura y la alimentación en la longevidad de *Venturia canescens* (Hymenoptera: Ichneumonidae), observaron que los adultos que fueron expuestos a una temperatura de 15 °C vivieron más días, ya sea con alimento o sin éste; caso contrario ocurrió cuando fueron expuestos a 30 °C ya que vivían muy poco tiempo. En cuanto a la alimentación, estos parasitoides sobrevivieron más días cuando se les suministró miel en contraste con los que no se les suministró ningún tipo de alimento y esto fue independientemente de la temperatura. Esa respuesta fue similar cuando se hizo un ensayo con adultos del parasitoide *Cleruchoides noackae*, los cuales vivieron de 2 a 3 veces más cuando estuvieron a una temperatura de 15, 18 y 25 °C que a 28 y 31 °C; y vivieron de 3.3 a 3.7 veces más cuando fueron alimentados con miel frente a los que solo se le suministró agua o ningún alimento (Souza et al., 2016)

Uçkan y Ergin (2002), investigaron el efecto de las fuentes de alimento y la temperatura en el tiempo de vida de *Apanteles galleriae* (Hymenoptera: Braconidae), endoparasitoide de *Achroia grisella* (Lepidoptera: Pyralidae) y observaron que los parasitoides adultos dotados de soluciones de miel vivieron más tiempo a 10 °C que a temperaturas de 20, 30 y 40 °C.

V. CONCLUSIONES

1. Se registran diferencias significativas en el porcentaje de parasitoidismo de *E. citrina* en las 3 temperaturas. El mayor porcentaje es de $38.00 \pm 1.55\%$ a $25\text{ }^{\circ}\text{C}$, seguido por $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($25.50 \pm 1.535\%$) y $30\text{ }^{\circ}\text{C}$, en el cual el porcentaje de parasitoidismo es cercano a cero.
2. El porcentaje de emergencia de los individuos de *E. citrina* a 20 y $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ es de $76.5 \pm 3.99\%$ y $85.0 \pm 2.86\%$ respectivamente, lo cual es significativamente mayor y casi veinte veces más que cuando son criados a $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($4.00 \pm 1.52\%$). Sin embargo, no hay diferencias significativas a las temperaturas de 20 y $25\text{ }^{\circ}\text{C}$.
3. Los adultos de *E. citrina* sobreviven más (12.85 ± 0.42 días) cuando son alimentados con miel y a temperaturas constantes de $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ y los días de supervivencia son menores (0.30 ± 0.10 días) cuando se les mantiene a $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ y sin alimento. La supervivencia es casi el doble en cada temperatura cuando se les suministra miel

VI. RECOMENDACIONES

Se sugiere realizar más trabajos de investigación con los mismos o más parámetros de evaluación de *E. citrina* sobre otras queresas que son plagas en el cultivo de palto

Se recomienda realizar otros estudios para determinar la eficiencia de control de *Encarsia citrina* en campo.

Se recomienda complementar este estudio con otro que determine el efecto que causan los insecticidas utilizados en el cultivo de palto sobre *Encarsia citrina*.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- Antony, B., Palaniswami, M., Kirk, A., & Henneberry, T. (2004). Development of *Encarsia bimaculata* (Heraty and Polaszek) (Hymenoptera: Aphelinidae) in *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homoptera: Aleyrodidae) nymphs. *Biological Control*, 30(3), 546–555. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2004.01.018>
- Bayoumy, M., Abdel-Kareim, A. & Abdel-Salam, A. (2013a). Biological assessment of *Encarsia citrina* (Hymenoptera: Aphelinidae) a parasitoid of euonymus scale *Unaspis euonymi* (Hemiptera: Diaspididae). *Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica*, 48(2), 269-282. <https://doi.org/10.1556/aphyt.48.2013.2.9>
- Bayoumy, M., Abdel-Kareim, A. & Abdel-Salam, A. (2013b). Response of *Encarsia citrina* and *Encarsia perniciosi* (Hymenoptera: Aphelinidae) to *Diaspidiotus perniciosus* (Hemiptera: Diaspididae) with particular emphasis on temperature-dependent functional response of *E. perniciosi*. *Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica*, 48(2), 283-297. <https://doi.org/10.1556/aphyt.48.2013.2.10>
- Bayoumy, M., El-Kareim, A., Abdel-Salam, A. & Abdel-Baky, N. (2009). HOST AGE PREFERENCE AND TEMPERATURE DEPENDENT SEARCHING EFFICIENCY OF *Encarsia citrina*, A PARASITOID OF *Unaspis euonymi* IN AUSTRIA. *Mansoura University Journal of Agricultural Sciences*, 34(9), 9689-9703.
- Beardsley, J. W., & Gonzalez, R. H. (1975). The Biology and Ecology of Armored Scales. *Annual Review of Entomology*, 20(1), 47-73. <https://doi.org/10.1146/annurev.en.20.010175.000403>
- Boer, J., Salis, L., Tollenaar, W., van Heumen, L., Costaz, T., Harvey, J., Kos, M. & Vet, L. (2019). Effects of temperature and food source on reproduction and longevity of aphid hyperparasitoids of the genera *Dendrocercus* and *Asaphes*. *BioControl*, 64(3), 277-290. <https://doi.org/10.1007/s10526-019-09934-4>

- CABI. (2021). *Encarsia citrina*. Centre for Agriculture and Bioscience International. <https://www.cabi.org/isc/datasheet/7525#toDistributionMaps>
- Carbajal, A., & Martos, A. (2019). Parasitism of *Encarsia citrina* (Signoret) on *Hemiberlesia lataniae* (Crawford) (Hemiptera: Diaspididae), in “avocado” culture. *Agroindustrial Science*, 10(1), 49–54. <https://doi.org/10.17268/agroind.sci.2020.01.07>
- Claps, L. E., & Terán, A. L. (2001). Diaspididae (Hemiptera: Coccoidea) Asociadas a Cítricos en la Provincia de Tucumán (República Argentina). *Neotropical* Ministerio de Agricultura y Riego. (2019, enero). *La situación del mercado Internacional de la palta: Su análisis desde una perspectiva de las exportaciones peruanas*. https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/419801/situacion-mercado-intern-palta_110219.pdf
- Collier, T., Kelly, S., & Hunter, M. (2002). Egg Size, Intrinsic Competition, and Lethal Interference in the Parasitoids *Encarsia pergandiella* and *Encarsia formosa*. *Biological Control*, 23(3), 254–261. <https://doi.org/10.1006/bcon.2001.1007>
- Daane, K., Yokota, G., Sime, K. & Bentley, W. (2004). SAN JOSE SCALE AND ITS NATURAL ENEMIES: INVESTIGATING NATURAL AND AUGMENTED CONTROLS. *CTFA Annual Research Report*, 1. <https://ucanr.edu/repository/fileaccess.cfm?article=92617&p=FKWKEN>
- Dao, H., Beattie, G., Spooner-Hart, R., Riegler, M., & Holford, P. (2015). Primary parasitoids of red scale (*Aonidiella aurantii*) in Australia and a review of their introductions from Asia. *Insect Science*, 24(1), 150–168. <https://doi.org/10.1111/1744-7917.12275>
- Eliopoulos, P. A., Stathas, G. J. & Bouras, S. L. (2005). Effects and interactions of temperature, host deprivation and adult feeding on the longevity of the parasitoid *Venturia canescens* (Hymenoptera: Ichneumonidae). *European Journal of Entomology*, 102(2), 181-187. <https://doi.org/10.14411/eje.2005.029>
- FAO. (2015). *New standards to curb the global spread of plant pests and diseases*. Food and Agriculture Organization. <http://www.fao.org/news/story/en/item/1187738/icode/>
- Gitirana, J., Carvalho, C. F., & Souza, B. (1996). Population dynamics of the *Pinnaspis aspidistrae* (Signoret, 1869) (Hemiptera: Diaspididae) in citrus trees in Lavras –MG. *Ciência e Agrotecnologia*, 24(3), 632-645.

- González, H., Ortega, L., Santillán, M., Johansen, R., Lomeli, J. (2017). Plagas de importancia económica del aguacate en México. Memorias del V Congreso Latinoamericano del aguacate. *Revista Colombiana de Entomología* 38(1), 36-44.
- Heimpel, G., Rosenheim, J., & Kattari, D. (1997). Adult feeding and lifetime reproductive success in the parasitoid *Aphytis melinus*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 83(3), 305–315. <https://doi.org/10.1046/j.1570-7458.1997.00185.x>
- Jensen, K. (2002). Effect of Temperature on Parasitism and Host-Feeding of *Trichogramma turkestanica* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) on *Ephestia kuehniella* (Lepidoptera: Pyralidae). *Journal of Economic Entomology*, 95(1), 50-56. <https://doi.org/10.1603/0022-0493-95.1.50>
- Kidane, D., Ferrante, M., Man, X. M., Liu, W. X., Wan, F. H. & Yang, N. W. (2020). Cold Storage Effects on Fitness of the Whitefly Parasitoids *Encarsia sophia* and *Eretmocerus hayati*. *Insects*, 11(7), 428. <https://doi.org/10.3390/insects11070428>
- Lázaro, C., González, H., Refugio, J., Ortega, L., & Ochoa, S. (2012). Enemigos naturales de escamas armadas (Hemiptera: Diaspididae) en aguacate Hass en Michoacán, México. *Revista Colombiana de Entomología*, 38(1), 6–13.
- Logan, D. & Thomson, C. (2002). Temperature dependent development of parasitoids on two species of armored scale insects. *New Zealand Plant Protection*, 55, 361-367. <https://doi.org/10.30843/nzpp.2002.55.3933>
- Marín, R. (1982). Ocurrencia Estacional de *Pinnaspis aspidistrae* (Sign.) (Homoptera: Diaspididae) y el efecto de sus enemigos naturales. *Revista Peruana de Entomología*, 25, 45-49. <http://www.revperuentomol.com.pe/publicaciones/vol25/PINNASPISASPIDIS TRAE-SIGN45.pdf>
- Marín, R., & Cisneros, F. (1982). Biología y Morfología de las especies de piojo blanco cítricos de la Costa Central. *Revista Peruana de Entomología*, 25(1), 33-44. <https://sisbib.unmsm.edu.pe/BVRevistas/entomologia/v25/pdf/a05v25.pdf>
- Mashal, S., Agamy, E., Abou-bakr, H., Abd El-Wahab, T. E. & El behery, H. (2019). Effect of honeybee products, as food supplements, on the biological activities of three *Trichogramma* species (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 29(1). <https://doi.org/10.1186/s41938-019-0149-1>

- Matadha, D., Hamilton, G. & Lashomb, J. (2004). Effect of Temperature on Development, Fecundity, and Life Table Parameters of *Encarsia citrina* Craw (Hymenoptera: Aphelinidae), a Parasitoid of Euonymus Scale *Unaspis euonymi* (Comstock), and *Quadraspidotus perniciosus* (Comstock) (Homoptera: Diaspididae). *Environmental Entomology*, 33(5), 1185-1191. <https://doi.org/10.1603/0046-225x-33.5.1185>
- McClure, M. (1978). Seasonal Development of *Fiorinia externa*, *Tsugaspidotus tsugae* (Homoptera: Diaspididae), and Their Parasite, *Aspidiotiphagus citrinus* (Hymenoptera: Aphelinidae): Importance of Parasite-Host Synchronism to the Population Dynamics of Two Scale Pests of Hemlock. *Environmental Entomology*, 7(6), 863-870. <https://doi.org/10.1093/ee/7.6.863>
- Miller, D. R., & Davidson, J. A. (2005). *Armored Scale Insect Pests of Trees and Shrubs (Hemiptera: Diaspididae)*. Amsterdam University Press.
- Myartseva, S. & Evans, G. (2008) Genus *Encarsia* Förster of Mexico (Hymenoptera: Chalcidoidea: Aphelinidae). A revision, key and description of new species. *Serie avispas parasíticas de plagas y otros insectos*, No 3, 1–320. [Universidad Autónoma de Tamaulipas, Ciudad Victoria, Tamaulipas, México]
- Myartseva, S., Ruiz, E., Coronado, J., & Cambero, J. (2013). Parasitoides de *Aleurodicus spp.* (Hemiptera: Aleyrodidae) en México, con la descripción de una nueva especie de *Encarsia* (Hymenoptera: Aphelinidae). *Acta zoológica mexicana*, 29(3), 641-653.
- Najarro, R., & Sánchez, G. (2016). FLUCTUACIÓN POBLACIONAL INVIERNO - PRIMAVERA DE *Pinnaspis aspidistrae* (Signoret), *Fiorinia fioriniae* (Targioni Tozzetti), *Chrysomphalus aonidum* (Linnaeus) (HEMIPTERA: DIASPIDIDAE) Y SUS PARASITOIDES, EN PALTO. LA MOLINA, LIMA – PERÚ. *Ecología Aplicada*, 15(1), 19. <https://doi.org/10.21704/rea.v15i1.579>
- Nasca, A., Terán, A. L., Fernández, V., & Pasqualini, J. (1981). *Animales perjudiciales y benéficos a los cítricos en el noroeste argentino*. Centro de Investigaciones sobre Regulación de Poblaciones de Organismos Nocivos (CIRPON).
- Natural History Museum. (2021). Distribution of *Encarsia citrina* (Craw). *Universal Chalcidoidea Database*.
- Navea, D., & Vargas, R. (2012). Parasitoidism Rate and Life Table Parameters of *Aphytis diaspidis* (Howard) (Hymenoptera: Aphelinidae) and *Hemiberlesia lataniae*

- (Signoret) (Hemiptera: Diaspididae). *Chilean journal of agricultural research*, 72(3), 338–344. <https://doi.org/10.4067/s0718-58392012000300006>
- Navea, O. & Vargas, R. (2012). Parasitoidism Rate and Life Table Parameters of *Aphytis diaspidis* (Howard) (Hymenoptera: Aphelinidae) and *Hemiberlesia lataniae* (Signoret) (Hemiptera: Diaspididae). *Chilean journal of agricultural research*, 72(3), 338-344. <https://doi.org/10.4067/s0718-58392012000300006>
- Nikolskaya, M. N., & Yasnosh, V. A. (1966). Aphelinids of the European part of the USSR and the Caucasus (Hymenoptera, Aphelinidae). *Opredeliteli po faune SSSR*, 91. Moscow & Leningrad, Nauka. 296 pp.
- Núñez, E. (2008). *Fluctuación poblacional de Aleurothrixus floccosus y sus controladores biológicos en la localidad de Sayán*. Fontagro. 24 pp.
- Núñez, E. (2011). *Manejo de plagas en paltos y cítricos* (Ripa y Droguett ed., Vol. 23). Instituto de Investigaciones Agropecuarias. <https://frutales.files.wordpress.com/2011/01/cit-16-manejo-de-plagas-en-paltos-y-cc3adtricos.pdf>
- Pekas, A., Tena, A., Wäckers, F. & Garcia, M. (2006). Nutritional state and food sources used by *Aphytis melinus* in the field. *Integrated Control in Citrus Fruit Crops IOBC/wprs Bulletin*, 60, 339-343.
- Polaszek, A., Abd-Rabou, S., & Huang, J. (1999). The Egyptian species of *Encarsia* (Hymenoptera: Aphelinidae): a preliminary review. *Zoologische Mededelingen*, 131-163.
- Rasekh, A., Michaud, J. & Barimani Varandi, H. (2011). Biology of the conifer needle scale, *Nuculaspis abietis* (Hemiptera: Diaspididae), in northern Iran and parasitism by *Aspidiotiphagus citrinus* (Hymenoptera: Aphelinidae). *European Journal of Entomology*, 108(1), 79-85. <https://doi.org/10.14411/eje.2011.010>
- Rebek, E. (2008). Euonymus Scale in the Ornamental Landscape. *Plant Disease and Insect advisory*, 7(27), 1–4.
- Ripa, Instituto de investigaciones agropecuarias. Ministerio de agricultura, & Larral.(2008). *Manejo de plagas en paltos y cítricos*. Valparaíso.

- Saleh, M. (2020). *Cottage Industry of Biocontrol Agents and Their Applications: Propagation, Manipulation, Releasing and Evaluation of Aphid Parasitoids in Egypt*. Springer Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-33161-0>
- Sánchez, X., Peña, J., Vargas, M., Avendaño, F., & Lara, B. (2016). Escamas armadas asociadas a cítricos de traspatio en Michoacán. *Entomología mexicana*, 3, 414-419. <http://www.socmexent.org/entomologia/revista/2016/EA/Em%20414-419.pdf>
- Schmidt, S., & Polaszek, A. (2007). The Australian species of *Encarsia Förster* (Hymenoptera, Chalcidoidea: Aphelinidae), parasitoids of whiteflies (Hemiptera, Sternorrhyncha, Aleyrodidae) and armoured scale insects (Hemiptera, Coccoidea: Diaspididae). *Journal of Natural History*, 41(33-36), 2099-2265. <https://doi.org/10.1080/00222930701550766>
- Soares, A., Elias, R., & Schanderl, H. (1997). *Encarsia citrina* (Crawford) (Hymenoptera, Aphelinidae), a parasitoid of *Unaspis citri* (Comstock) and *Lepidosaphes beckii* (Newman) (Homoptera, Diaspididae) in citrus orchards of Sao Miguel island (Azores). *Boletín de Sanidad vegetal de plagas*, 23, 449-456.
- Souza, A., Candelaria, M., Barbosa, L., Wilcken, C., Campos, J., Serrão, J. & Zanuncio, J. (2016). Longevity of *Cleruchoides noackae* (Hymenoptera: Mymaridae), an Egg Parasitoid of *Thaumastocoris peregrinus* (Hemiptera: Thaumastocoridae), with Various Honey Concentrations and at Several Temperatures. *Florida Entomologist*, 99(1), 33-37. <https://doi.org/10.1653/024.099.0107>
- Suarez, L., Perez, D., Bustos, A., & Cantor, F. (2010). Biología comparada de dos especies del género *Encarsia* (Hymenoptera: aphelinidae) Parasitoides de *Trialeurodes vaporariorum* (WestWood) (Hemiptera: aleyrodidae). *Facultad de Ciencias Básicas*, 6(2), 152-161.
- Uçkan, F. & Ergin, E. (2002). Temperature and Food Source Effects on Adult Longevity of *Apanteles galleriae* Wilkinson (Hymenoptera: Braconidae). *Environmental Entomology*, 32(3), 441-446. https://www.researchgate.net/publication/257937418_Temperature_and_Food_Source_Effects_on_Adult_Longevity_of_Apanteles_galleriae_Wilkinson_Hymenoptera_Braconidae

- Viggiani, G. (1987). Le specie italiane del genere *Encarsia* Foerster (Hymenoptera: Aphelinidae). *Bollettino del Laboratorio di Entomologia Agraria «Filippo Silvestri», Portici*, 44, 121–179.
- Wang, T. (2015). *Effects of temperature on the parasitoid Eretmocerus warrae* [A thesis submitted for the Degree of Doctor of Philosophy in the School of Agriculture Food and Wine]. University of Adelaide.
- Werner, W.H.R. (1931). *Observations on the life-history and control of the fern scale Pinnaspis aspidistrae* Sign. Michigan Academy of Sciences, Arts and Letters Papers, 13, pp.517-540.
- Zamar, M., & Claps, L. (2003). Morfología de los estados inmaduros y adultos de *Pinnaspis aspidistrae* (Hemiptera: Diaspididae), con notas sobre su biología. *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*, 62(1-2), 35-42.
- Zandi-Sohani, N. & Shishehbor, P. (2010). Temperature effects on the development and fecundity of *Encarsia acaudaleyrodia* (Hymenoptera: Aphelinidae), a parasitoid of *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) on cucumber. *BioControl*, 56(3), 257-263. <https://doi.org/10.1007/s10526-010-9318-6>
- Zchori-Fein, E., Gottlieb, Y., Kelly, S. E., Brown, J. K., Wilson, J. M., Karr, T. L., & Hunter, M. S. (2001). A newly discovered bacterium associated with parthenogenesis and a change in host selection behavior in parasitoid wasps. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 98(22), 555–560. <https://doi.org/10.1073/pnas.221467498>
- Zhang, J., Tang, Y. & Huang, J. (2021). The Effects of Temperature on the Development, Morphology, and Fecundity of *Aenasius bambawalei* (= *Aenasius arizonensis*). *Insects*, 12(9), 833. <https://doi.org/10.3390/insects12090833>

VIII. ANEXOS

Anexo 1. Registro diario de la temperatura y humedad relativa, de la crianza de *Pinnaspis aspidistrae* Signoret (Hemiptera: Diaspididae), en laboratorio. La Molina, Lima – Perú. 2021

Día	Temperatura (°C)		Humedad relativa (%)		Temp. Promedio	HR promedio
	Min	Max	Min	Max		
1	19.5	23	60	71	21.3	66
2	19.6	23.2	60	72	21.4	66
3	19.4	23.1	60	71	21.3	66
4	19.4	22.4	60	69	20.9	65
5	19.8	23	61	71	21.4	66
6	19.5	22.4	60	69	21.0	65
7	19.8	22.3	61	69	21.1	65
8	19.7	21.9	61	68	20.8	65
9	19.5	23	60	71	21.3	66
10	19.4	22.5	60	69	21.0	65
11	19.8	22.6	61	70	21.2	66
12	19.5	22.9	60	71	21.2	66
13	19.4	23.1	60	71	21.3	66
14	19.5	23	60	71	21.3	66
15	19.8	23.2	61	72	21.5	67
16	19.5	23.2	60	72	21.4	66
17	19.5	21.9	60	68	20.7	64
18	19.5	23	60	71	21.3	66
19	19.8	22.5	61	69	21.2	65
20	19.5	23.8	60	73	21.7	67
21	19.8	22.4	61	69	21.1	65
22	19.5	22.3	60	69	20.9	65
23	19.4	23	60	71	21.2	66
24	19.5	23.2	60	72	21.4	66
25	19.7	23	61	71	21.4	66
26	19.8	23.5	61	73	21.7	67
27	19.9	21.3	61	66	20.6	64
28	19.8	22.5	61	69	21.15	65
29	19.5	23.8	60	73	21.65	67
30	19.8	22.4	62	64	21.1	63
31	19.5	22.3	61	71	20.9	66
32	19.4	23	61	73	21.2	67

33	19.5	23.2	61	66	21.35	64
34	19.7	23	61	69	21.35	65
35	19.8	23.5	60	73	21.65	67
36	19.9	21.3	61	63	20.6	62
37	19.8	22.4	59	67	21.1	63
38	19.5	22.3	57	65	20.9	61
39	19.4	23	57	67	21.2	62
40	19.5	23.2	56	60	21.35	58
41	20.4	21.6	55	61	21	58
42	19.8	22.4	54	62	21.1	58
43	19.5	22.3	52	63	20.9	58
44	19.4	23	61	69	21.2	65
45	19.8	21.1	60	73	20.45	67
46	20.4	21.6	61	63	21	62
47	19.8	22.4	59	67	21.1	63
48	19.6	21.1	57	65	20.35	61
49	19.9	21.4	57	67	20.65	62
50	19.5	22.3	55	60	20.9	58
51	19.4	23	61	69	21.2	65
52	19.4	21.4	60	73	20.4	67
53	19.8	22.4	61	63	21.1	62
54	19.6	21.1	60	65	20.35	63
55	19.9	21.4	59	67	20.65	63
56	19.5	22.3	57	65	20.9	61
57	19.4	23	57	65	21.2	61
58	19.4	21.4	57	67	20.4	62
59	19.5	21.7	60	65	20.6	63
60	19.7	21.6	59	67	20.65	63
61	19.7	22	58	63	20.85	61
62	19.9	21.4	58	69	20.65	64
63	19.5	22.3	60	63	20.9	62
64	19.4	23	61	63	21.2	62
65	19.4	21.4	60	65	20.4	63
66	19.5	21.7	59	67	20.6	63
67	19.7	21.6	57	65	20.65	61
68	19.7	22	60	65	20.85	63
69	19.4	23	57	67	21.2	62
70	19.4	21.4	57	67	20.4	62
71	19.5	21.7	57	67	20.6	62
72	19.7	21.6	57	67	20.65	62
73	19.7	22	57	67	20.85	62
74	19.9	21.4	57	67	20.65	62
75	19.5	22.3	57	67	20.9	62
76	19.4	23	57	67	21.2	62
77	19.4	22.4	57	67	20.9	62

78	19.5	22.7	55	60	21.1	58
79	19.7	22.6	54	60	21.15	57
80	19.8	22.4	52	62	21.1	57
81	19.4	23	56	68	21.2	62
82	19.5	23.3	50	68	21.4	59
83	19.4	22.4	46	68	20.9	57
84	19.8	23.3	58	69	21.55	64
85	19.3	27.2	42	67	23.25	55
86	19.7	22.6	58	70	21.15	64
87	19.4	22.4	49	70	20.9	60
88	19.8	25.6	50	65	22.7	58
89	20.2	23	55	65	21.6	60
90	19.8	21.4	52	65	20.6	59
91	19.9	21.7	53	65	20.8	59
92	20.1	21.6	53	65	20.85	59
93	20.3	21.4	53	68	20.85	61
94	20.1	22	54	65	21.05	60
95	20	22.3	55	64	21.15	60
96	19.7	21.4	57	64	20.55	61
97	20	22.3	57	64	21.15	61
98	21	25.3	57	63	23.15	60
99	21.1	23	55	60	22.05	58
100	21.4	22	56	59	21.7	58
101	21.7	22	56	60	21.85	58
102	21.3	22.3	56	61	21.8	59
103	22	21.4	56	62	21.7	59
104	22.5	22.3	56	63	22.4	60
105	22.3	23.3	55	63	22.8	59
106	21.7	24.3	56	59	23	58
107	21.3	24.1	56	60	22.7	58
108	22	23.6	56	61	22.8	59
109	22.5	24.5	56	58	23.5	57
110	22.7	23.9	56	59	23.3	58
111	22.3	24.5	57	65	23.4	61
112	22.5	24.6	55	59	23.55	57
113	22.3	24.5	53	57	23.4	55
114	22.3	23.6	52	57	22.95	55
115	21.7	24.5	54	56	23.1	55
116	21.3	23.9	54	56	22.6	55
117	22	24.5	52	57	23.25	55
118	22.1	24.6	54	56	23.35	55
119	22.5	24.5	53	60	23.5	57
120	22.7	25.4	51	57	24.05	54
121	22.9	24.5	53	56	23.7	55
122	23.7	23.9	51	57	23.8	54

Anexo 2. Clave de llaves para identificación de especies de *Encarsia* según Myartseva & Evans (2008)

KEY TO THE SPECIES GROUPS AND SPECIES

1. Tarsus of middle leg 4-segmented (apical two segments at least partially fused) (Figs 43, 93, 123, 132, 166, 278).....2
 - Tarsus of middle leg 5-segmented (Figs 12, 26, 39, 65, 109).....3
2. Fore wing with an asetose area around stigmal vein; second flagellar segment of male antenna with round sensorial/glandular process.....*cubensis* group.....3
 - Fore wing without an asetose area around stigmal vein; second flagellar segment of male antenna without round sensorial/glandular process.....*luteola* group.....7
3. Midlobe of mesoscutum (midlobe) with 3 pairs of setae; scutellum bright yellow; gaster completely dark brown; male with first flagellar segment longer than second flagellar segment.....66. *quaintancei* Howard
 - Midlobe with 2 pairs of setae; gaster yellow or only partially dark brown.....4
4. Gaster completely yellow.....5
 - Gaster dark brown with central portion yellow.....6
5. Midlobe with anterior third to half dark brown; fore wing apex pointed; first flagellar segment 2x as long as wide; sixth flagellar segment elongate and with pointed apex.....53. *nigricephala* Dozier

- Midlobe entirely dark brown with yellow margins; fore wing apex rounded; first flagellar segment 0.7x as long as wide; sixth flagellar segment short and with rounded apex.....31. *guamuchil* sp. n.
- 6. Second flagellar segment longer than third segment; third valvula elongate, 0.6x as long as ovipositor.....17. *cubensis* Gahan
 - Second flagellar segment shorter than third segment; third valvula shorter, 0.4x as long as ovipositor.....33. *hamoni* Evans and Polaszek
- 7. Body entirely yellow or orange; mesoscutum, axillae and base of gaster sometimes lightly infuscate.....*meritoria* complex.....8
 - Body with at least most of the midlobe dark brown.....11
- 8. Midlobe with 2 pairs of setae; flagellar segments increasing in length from second to sixth, first segment 0.8x as long as second (Fig. 125).....24. *florena* sp. n.
 - Midlobe with 3 or more pairs of setae; flagellar segments variable.....9
- 9. First flagellar segment quadrate or nearly so, about 0.5-0.6x as long as second; second to sixth segments subequal in length.....
 - First flagellar segment cylindrical; second to sixth segments increasing in length.....32. *haitiensis* Dozier
- 10. Second flagellar segment intermediate in length between first and third and usually without linear sensilla; sixth segment elongate, about 1.2-1.3x as long as fifth segment; in male, fifth and sixth segments separate.....34. *hispidula* De Santis
 - Second flagellar segment as long as, or slightly shorter than third segment and usually with one linear sensillum; sixth segment about as long as fifth segment; in male, fifth and sixth segments fused.....48. *meritoria* Gahan
- 11. Gaster yellow, sometimes with dark brown base.....12
 - Gaster entirely dark brown or with dark transverse or lateral bands.....14

12. Midlobe with 3 pairs of setae; club 3-segmented; midtibial spur as long as basitarsus83. *tuxtila* Myartseva
- Midlobe with 6-9 pairs of setae; club 2-segmented; midtibial spur shorter than basitarsus.....13
13. Head entirely dark brown; reticulations on mesosoma without internal striations; ovipositor usually shorter than middle tibia, rarely as long as middle tibia; first flagellar segment with linear sensillum25. *formosa* Gahan
- Head mostly orange with dark brown base; reticulations on mesosoma with internal striations; ovipositor usually longer than middle tibia, rarely as long as middle tibia; first flagellar segment without linear sensillum.....44. *luteola* Howard
14. Gaster entirely dark brown to black.....15
- Gaster with dark transverse or lateral bands.....17
15. Scutellum dark brown; fore wing 2.3x as long as wide; midlobe with 7-8 pairs of setae; midtibial spur 0.6x as long as basitarsus; first-second flagellar segments without linear sensilla.....
- Scutellum yellow.....8. *woolleyi* sp. n.16
16. Hind femora brown; ovipositor about as long as middle tibia; fore wing 2.6x as long as wide, its base with 3-5 setae; second to fourth tergites with 6 setae each.....29. *guadeloupae* Viggiani
- Hind femora whitish yellow; ovipositor 1.7x as long as middle tibia; fore wing 2.3x as long as wide, its base with 9 setae; second to fourth tergites with 2 setae each.....8. *catemaco* Myartseva
17. Only first tergite completely or basally black.....18
- Some other gastral tergites with dark transverse bands.....19
18. First tergite completely black; head brown, mesosoma yellow; fore wing 2.4x as long as wide, its base with 4-6 setae; ovipositor 1.2x as long as middle tibia; third valvula 0.8-0.9x as long as second valvifer; marginal fringe of hind wing 1.3x as long as wing width.....19. *dmittiri* Myartseva
- First tergite basally black; head light yellow, mesosoma yellowish brown; fore wing 2.5-2.8x as long as wide, its base with 3 setae; ovipositor 1.3x as long as middle tibia; third valvula 0.6-0.7x as long as second valvifer; marginal fringe of hind wing 2x as long as wing width.....23. *flaviceps* Myartseva
19. Fifth-sixth tergites and basal tergite with infusate transverse bands; midlobe with 6-8 pairs of setae; midtibial spur nearly as long as basitarsus; club longer than funicle and pedicel combined37. *kasparyani* sp. n.
- Gaster yellow with dark brown lateral margins.....20
20. First flagellar segment subequal to second segment; third segment elongate, about 1.5x as long as second; second segment without linear sensilla; marginal fringe of fore wing 0.4x as long as wing width; midlobe with 6 pairs of setae; exerted part of ovipositor about 0.5x as long as gaster.....41. *llera* sp. n.
- First flagellar segment about 0.5x as long as second segment; third segment shorter than second; second segment with linear sensilla; marginal fringe of fore wing 0.2x as long as wing width; midlobe with 5 pairs of setae; ovipositor only slightly exerted.....
.....86. *variegata* Howard
21. Fore wing with an asetose area around stigmal vein22
- Fore wing without an asetose area around stigmal vein.....32
22. Marginal fringe of fore wing longer than width of wing; each side lobe with one seta; petiolus usually sculptured; parasitoids of Diapriidae.....*citrina* group.....23
- Marginal fringe of fore wing not longer than width of wing; each side lobe with 2 or more setae; petiolus usually smooth; parasitoids of Aleyrodidae*parvella* group.....24
23. Fore wing with one seta on submarginal vein and 3-4 setae on marginal vein; fore wing abruptly narrowed beyond venation and with apex pointed43. *lounsburyi* (Berlese and Paoli)
- Fore wing with 2 setae on submarginal vein and 4-6 setae on marginal vein; fore wing with more or less parallel sides beyond venation and with apex rounded11. *citrina* (Craw)
24. Mesoscutum largely brown anteriorly; gaster brown or with extensive dark areas.....25
- Mesoscutum and gaster entirely yellow.....28

Anexo 3. Descripción morfológica de *E. citrina* por Myartseva & Evans (2008)

11. *Encarsia citrina* (Craw) (Figs 58-61)

Coccophagus citrinus Craw, 1891: 25. Syntypes ♀♀, U.S.A.: California, San Gabriel Valley, 1889 (ex *Aspidiotus citrinus*) lost. Neotype ♀ (designated by De Bach & Rose, 1981), U.S.A.: California, San Gabriel Valley, 18.i.1889, D.W. Coquillett, from *Aspidiotus aurantii* var. *citrinus* [= *Aonidiella citrina*] (in USNM, examined).

Encarsia citrinus (Craw); Riley & Howard, 1891: 168, change of combination.

Aspidiotiphagus citrina (Craw); Howard, 1894a: 229, change of combination.

Prospaltoides howardi Brèthes, 1914: 13 (synonymized by Brèthes, 1916).

Aspidiotiphagus schoeversi Burgst, 1915: 292 (synonymized by Mercet, 1930b).

Aspidiotiphagus citrina (Craw); De Bach & Rose, 1981:671, neotype designation.

Encarsia citrina (Craw); Viggiani & Mazzone, 1979: 47; change of combination.

For full synonymy see Heraty & Woolley (1999).

Species-group placement. *citrina* group.

Diagnosis. Female habitus - Fig. 58. Tarsal formula 5-5-5; fore wing (Fig. 60) narrow, infuscate below marginal vein, with large asetose area under stigmal vein; marginal vein with 4-5 setae along anterior margin; marginal fringe much longer than wing width; one basal seta; antennal club 3-segmented (Fig. 59), first-third flagellar segments subequal in length and without a linear sensilla; midlobe of mesoscutum with 2 pairs of setae; scutellar placoid sensilla widely spaced, distance between anterior scutellar setae longer than that between posterior setae; midtibial spur (Fig. 61) shorter than basitarsus; ovipositor slightly shorter than middle tibia and basitarsus combined; third valvula 0.5x as long as second valvifer; female head and mesosoma yellow with some brown markings; gaster dark brown except apex of seventh tergite yellow.

Anexo 4. Registro del Porcentaje de parasitismo (%) de las hembras *Encarsia citrina* a temperatura constante de 20 °C en laboratorio. La Molina, Lima – Perú. 2021

Temperatura: 20°C			
Repeticiones	N° de individuos de <i>P. aspidistrae</i>	N° de individuos parasitados	Porcentaje de parasitoidismo (%)
1	20	4	20
2	20	7	35
3	20	6	30
4	20	6	30
5	20	3	15
6	20	8	40
7	20	5	25
8	20	5	25
9	20	6	30
10	20	4	20
11	20	4	20
12	20	8	40
13	20	6	30
14	20	3	15
15	20	4	20
16	20	2	10
17	20	7	35
18	20	5	25
19	20	8	40
20	20	4	20

Anexo 5. Registro del Porcentaje de parasitismo (%) de las hembras *Encarsia citrina* a temperatura constante de 25 °C en laboratorio. La Molina, Lima – Perú. 2021

Temperatura: 25°C			
Repeticiones	N° de individuos de <i>P. aspidistrae</i>	N° de individuos parasitados	Porcentaje de parasitoidismo (%)
1	20	5	25
2	20	8	40
3	20	9	45
4	20	8	40
5	20	7	35
6	20	7	35
7	20	9	45
8	20	6	30
9	20	8	40
10	20	4	20
11	20	9	45
12	20	7	35
13	20	9	45
14	20	8	40
15	20	9	45
16	20	7	35
17	20	9	45
18	20	8	40
19	20	7	35
20	20	8	40

Anexo 6. Registro del Porcentaje de parasitismo (%) de las hembras *Encarsia citrina* a temperatura constante de 30 °C en laboratorio. La Molina, Lima – Perú. 2021

Temperatura: 30°C			
Repeticiones	N° de individuos de <i>P. aspidistrae</i>	N° de individuos parasitados	Porcentaje de parasitoidismo (%)
1	20	1	5
2	20	0	0
3	20	0	0
4	20	0	0
5	20	1	5
6	20	0	0
7	20	0	0
8	20	0	0
9	20	1	5
10	20	0	0
11	20	0	0
12	20	0	0
13	20	0	0
14	20	0	0
15	20	0	0
16	20	0	0
17	20	0	0
18	20	0	0
19	20	0	0
20	20	0	0

Anexo 7. Registro del Porcentaje de emergencia (%) de los individuos de *Encarsia citrina* a temperatura constante de 20 °C en laboratorio. La Molina, Lima – Perú. 2021

Temperatura: 20°C			
Repeticiones	N° de individuos de <i>P. aspidistrae</i> parasitados	N° adultos de <i>E. citrina</i> emergidos	Porcentaje de emergencia (%)
1	10	9	90
2	10	10	100
3	10	7	70
4	10	6	60
5	10	8	80
6	10	5	50
7	10	9	90
8	10	10	100
9	10	9	90
10	10	8	80
11	10	9	90
12	10	5	50
13	10	9	90
14	10	7	70
15	10	5	50
16	10	8	80
17	10	8	80
18	10	4	40
19	10	8	80
20	10	9	90

Anexo 8. Registro del Porcentaje de emergencia (%) de los individuos de *Encarsia citrina* a temperatura constante de 25 °C en laboratorio. La Molina, Lima – Perú. 2021

Temperatura: 25°C			
Repeticiones	N° de individuos de <i>P. aspidistrae</i> parasitados	N° adultos de <i>E. citrina</i> emergidos	Porcentaje de emergencia (%)
1	10	7	70
2	10	10	100
3	10	9	90
4	10	8	80
5	10	9	90
6	10	7	70
7	10	6	60
8	10	8	80
9	10	10	100
10	10	9	90
11	10	10	100
12	10	8	80
13	10	6	60
14	10	8	80
15	10	10	100
16	10	9	90
17	10	9	90
18	10	8	80
19	10	9	90
20	10	10	100

Anexo 9. Registro del Porcentaje de emergencia (%) de los individuos de *Encarsia citrina* a temperatura constante de 30 °C en laboratorio. La Molina, Lima – Perú. 2021

Temperatura: 30°C			
Repeticiones	N° de individuos de <i>P. aspidistrae</i> parasitados	N° adultos de <i>E. citrina</i> emergidos	Porcentaje de emergencia (%)
1	10	1	10
2	10	0	0
3	10	3	30
4	10	0	0
5	10	0	0
6	10	1	10
7	10	0	0
8	10	0	0
9	10	0	0
10	10	0	0
11	10	2	20
12	10	2	20
13	10	0	0
14	10	0	0
15	10	0	0
16	10	0	0
17	10	1	10
18	10	0	0
19	10	0	0
20	10	0	0

Anexo 10. Registro de la supervivencia (días) de los adultos de *Encarsia citrina* a temperatura constante de 20 °C y con alimento (con miel y sin miel), en laboratorio. La Molina, Lima – Perú. 2021

T= 20°C	Supervivencia (días)	
	Con miel	Sin miel
Repeticiones		
1	10	6
2	15	7
3	13	5
4	12	8
5	11	8
6	12	7
7	15	6
8	14	7
9	13	6
10	14	4
11	13	8
12	15	9
13	12	8
14	13	7
15	9	7
16	12	8
17	15	4
18	16	7
19	10	6
20	13	7

Anexo 11. Registro de la supervivencia (días) de los adultos de *Encarsia citrina* a temperatura constante de 25 °C y con alimento (con miel y sin miel), en laboratorio. La Molina, Lima – Perú. 2021

T= 25°C	Supervivencia (días)	
	Con miel	Sin miel
Repeticiones		
1	5	3
2	9	5
3	10	4
4	6	7
5	12	3
6	11	6
7	5	7
8	7	3
9	9	6
10	9	5
11	10	2
12	10	4
13	8	6
14	9	4
15	11	6
16	7	3
17	12	5
18	8	6
19	11	6
20	10	4

Anexo 12. Registro de la supervivencia (días) de los adultos de *Encarsia citrina* a temperatura constante de 30 °C y con alimento (con miel y sin miel), en laboratorio. La Molina, Lima – Perú. 2021

T= 30°C	Supervivencia (días)	
Repeticiones	Con miel	Sin miel
1	3	1
2	4	2
3	3	1
4	2	1
5	3	1
6	2	1
7	3	1
8	2	1
9	4	1
10	3	1
11	3	1
12	2	2
13	3	1
14	2	1
15	3	1
16	2	1
17	4	1
18	3	1
19	3	1
20	3	1

Anexo 13. Prueba de comparación (Kruskal Wallis) para el Porcentaje de parasitoidismo de *E. citrina*

- H_0 : Las medianas del porcentaje de parasitoidismo son el mismo para las tres temperaturas.
- H_a : Las medianas del porcentaje de parasitoidismo no son el mismo para las tres temperaturas.

Nivel de significación: $\alpha=0.05$

Temperaturas	N	Mediana
20 °C	20	48
25 °C	20	32
30 °C	20	10.5

Estadísticos del test:

χ^2	48.83
Df	2
P-valor	$2.482026e^{-11}$

Criterio de decisión:

Si “p” es menor que alfa se RECHAZA la H_0

Si “p” es mayor que alfa se ACEPTA la H_0

Conclusión:

- A un nivel de significación de 0.05, se puede afirmar que existen diferencias significativas entre las medianas del porcentaje de parasitoidismo para las tres temperaturas bajo condiciones de laboratorio.

Anexo 14. Prueba de comparación (Kruskal Wallis) para el Porcentaje de emergencia de *E. citrina*

- H_p : Las medianas del porcentaje de emergencia son el mismo para las tres temperaturas.
- H_a : Las medianas del porcentaje de emergencia no son el mismo para las tres temperaturas.

Nivel de significación: $\alpha=0.05$

Temperaturas	N	Mediana
20 °C	20	85
25 °C	20	76
30 °C	20	4

Estadísticos del test:

χ^2	41.42
Df	2
P-valor	$1.012e^{-09}$

Criterio de decisión:

Si “p” es menor que alfa se RECHAZA la H_p

Si “p” es mayor que alfa se ACEPTA la H_p

Conclusión:

- A un nivel de significación de 0.05, se puede afirmar que existen diferencias significativas entre las medianas del porcentaje de emergencia para las tres temperaturas bajo condiciones de laboratorio.

Anexo 15. Prueba de comparación (Kruskal Wallis) para el efecto de la temperatura en el tiempo de supervivencia de *E. citrina*

- H_0 : Las medianas del tiempo de supervivencia son el mismo para las tres temperaturas.
- H_a : Las medianas del tiempo de supervivencia no son el mismo para las tres temperaturas

Nivel de significación: $\alpha=0.05$

Estadísticos del test:

χ^2	84.69
Df	2
P-valor	$2.2e^{-16}$

Criterio de decisión:

Si “p” es menor que alfa se RECHAZA la H_0

Si “p” es mayor que alfa se ACEPTA la H_0

Conclusión:

- A un nivel de significación de 0.05, se puede afirmar que existen diferencias significativas entre las medianas del tiempo de supervivencia para las tres temperaturas bajo condiciones de laboratorio.

Anexo 16. Prueba de comparación (Kruskal Wallis) para el efecto del alimento en el tiempo de supervivencia de *E. citrina*

- H_p : Las medianas del tiempo de supervivencia son el mismo para las 2 variables de alimento.
- H_a : Las medianas del tiempo de supervivencia no son el mismo para las 2 variables de alimento.

Nivel de significación: $\alpha=0.05$

Estadísticos del test:

χ^2	18.35
Df	1
P-valor	$1.834e^{-05}$

Criterio de decisión:

Si “p” es menor que alfa se RECHAZA la H_p

Si “p” es mayor que alfa se ACEPTA la H_p

Conclusión:

- A un nivel de significación de 0.05, se puede afirmar que existen diferencias significativas entre las medianas del tiempo de supervivencia para las bajo condiciones de laboratorio.

Anexo 17. Prueba de comparación (Kruskal Wallis) para el efecto de la interacción de la temperatura y el alimento en el tiempo de supervivencia de *E. citrina*

- H_0 : Las medianas del tiempo de supervivencia son el mismo para las tres temperaturas y el alimento.
- H_a : Las medianas del tiempo de supervivencia no son el mismo para las tres temperaturas y el alimento.

Nivel de significación: $\alpha=0.05$

Estadísticos del test:

χ^2	107.73
Df	5
P-valor	$2.2e^{-16}$

Criterio de decisión:

Si “p” es menor que alfa se RECHAZA la H_0

Si “p” es mayor que alfa se ACEPTA la H_0

Conclusión:

- A un nivel de significación de 0.05, se puede afirmar que existen diferencias significativas entre las medianas del tiempo de supervivencia para la interacción de las temperaturas y el alimento, bajo condiciones de laboratorio.