



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA**



**AVISPA PARASITOIDE BRACONIDAE COMO CONTROLADOR  
BIOLÓGICO DE ÁFIDOS: BIOLOGÍA Y EFICACIA DE  
PARASITISMO EN PLANTAS DE HABA (*Vicia faba* L.)**

**TESIS**

**PRESENTADA POR:**

**Bach. JUBER CESAR AUGUSTO CHAVEZ IGLESIAS**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**LICENCIADO EN BIOLOGÍA**

**PUNO - PERÚ**

**2023**



NOMBRE DEL TRABAJO

AVISPA PARASITOIDE BRACONIDAE COMO CONTROLADOR BIOLÓGICO DE ÁFIDOS: BIOLOGÍA Y EFICACIA DE PARASITISMO EN PLANTAS DE HABA (Vicia faba L.)

AUTOR

JUBER CESAR AUGUSTO CHAVEZ IGLIAS

RECUENTO DE PALABRAS

15150 Words

RECUENTO DE CARACTERES

82729 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

91 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

6.6MB

FECHA DE ENTREGA

Aug 7, 2023 11:46 AM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Aug 7, 2023 11:47 AM GMT-5

● **4% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos:

- 4% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 3% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Material citado
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 10 palabras)

  
Dr. Juber Cesar Augusto Chavez Iglesias  
Director de Tesis



## DEDICATORIA

*A Dios, por darme todo en todo tiempo, ser mi guía a través de su Espíritu Santo y mi proveedor de forma inimaginables.*

*A mis padres, Juber Chavez y Amelia Iglesias por todo el esfuerzo para que pueda alcanzar cada vez más metas, a mi hermana Alisson que siempre me apoyó y confió en mí.*

*A mi novia, que siempre estuvo alentándome para no rendirme durante todo este proceso y en todo aspecto de mi vida.*

***César Chavez Iglesias***



## AGRADECIMIENTOS

A Dios, por ser mi luz durante los días oscuros y mi guía en los tiempos de desánimo.

A mis padres, Juber y Amelia por su apoyo económico y moral en todo tiempo, desinteresado y en abundancia.

A mi director, el Dr. Miguel Bravo Choque por su amistad y todo el apoyo brindado desde el inicio de este proyecto.

Al Dr. Alexander Regulo Rodríguez Berrio especialista en braconidos del museo entomológico de la Universidad Agraria La Molina de Lima por su apoyo y contribución a la investigación de manera muy desinteresada.

A mi novia Giannela, que me apoyo en cada etapa de este trabajo, impulsándome a mejorar cada vez más.

A mi amigo Raúl, con quien pasamos largas horas y días durante la construcción del invernadero.

A mi amada iglesia Ekklesia Una Misión, por haberme apoyado de forma incondicional con el ambiente y construcción del invernadero.

*Cesar Chavez Iglesias*



# ÍNDICE GENERAL

**DEDICATORIA**

**AGRADECIMIENTOS**

**ÍNDICE GENERAL**

**ÍNDICE DE FIGURAS**

**ÍNDICE DE TABLAS**

**ÍNDICE DE ACRÓNIMOS**

**RESUMEN ..... 12**

**ABSTRACT..... 13**

## **CAPÍTULO I**

### **INTRODUCCIÓN**

**1.1. OBJETIVO GENERAL ..... 15**

**1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS ..... 16**

## **CAPÍTULO II**

### **REVISIÓN DE LITERATURA**

**2.1. ANTECEDENTES ..... 17**

**2.2. MARCO TEÓRICO ..... 23**

2.2.1. Áfido del haba (pulgón verde) *Myzus persicae*..... 23

2.2.2. Controlador biológico, la avispa parasitoide de la familia Braconidae... 26

2.2.3. Planta de haba *Vicia faba* Linneo..... 29

**2.3. MARCO CONCEPTUAL ..... 32**

## **CAPÍTULO III**

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

**3.1. TIPO DE ESTUDIO ..... 35**

**3.2. UBICACIÓN ..... 35**



3.3. PARA LA EVALUAR LA BIOLOGÍA DE LA AVISPA PARASITOIDE DE LA FAMILIA BRACONIDAE .....	38
3.4. PARA DETERMINAR LA EFICIENCIA DE PARASITISMO DE LA AVISPA PARASITOIDE DE LA FAMILIA BRACONIDAE.....	41
3.5. PARA DETERMINAR LA TAXONOMÍA DE LAS AVISPAS PARASITOIDES DE LA FAMILIA BRACONIDAE .....	44
<b>CAPÍTULO IV</b>	
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	
4.1. EVALUACIÓN DE LA BIOLOGÍA DE LA AVISPA BRACONIDAE ....	46
4.2. DETERMINACIÓN DE LA EFICIENCIA DE PARASITISMO DE LA AVISPA PARASITOIDE DE LA FAMILIA BRACONIDAE.....	52
4.3. DETERMINACIÓN DE LA TAXONOMÍA DE LA AVISPA PARASITOIDE DE LA FAMILIA BRACONIDAE.....	58
V. CONCLUSIONES.....	68
VI. RECOMENDACIONES.....	69
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	70
ANEXOS.....	80

**Área:** Ciencias Biomédicas.

**Sublínea:** Conservación y Aprovechamiento De Recursos Naturales.

**FECHA DE SUSTENTACIÓN:** 08 de agosto de 2023



## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b>	Forma alada de <i>Myzus persicae</i> . Fuente: United States Department of Agriculture (USDA) .....	24
<b>Figura 2.</b>	Avispa Braconidae al costado de pulgones verdes en la flor de haba. Puno 2022 .....	28
<b>Figura 3.</b>	Ubicación del recinto donde se construyó el invernadero. Fuente Google Earth 2022 .....	35
<b>Figura 4.</b>	Brotos de haba de 3 – 4 semanas en macetas de plástico. ....	36
<b>Figura 5.</b>	Mezcla para el sustrato del haba: (a) tierra negra, (b) arena, (c) aserrín. ..	37
<b>Figura 6.</b>	Termómetro higrómetro HAKUSA.....	38
<b>Figura 7.</b>	Pulgones hallados parasitados y colectados. Puno 2022 .....	39
<b>Figura 8.</b>	Pulgón verde en hojas y flor de haba. Puno 2022 .....	40
<b>Figura 9.</b>	Tipos de momia, Tipo A, momia blanca; Tipo B, momia de color marrón claro; Tipo C, momia del tipo A o B, pero de un pulgón alado. Puno 2022 .....	40
<b>Figura 10.</b>	Avispa Braconidae hallada en el invernadero dentro de frasco pequeño de vidrio con alcohol al 70% para su depósito en el laboratorio de zoología. Puno 2022 .....	45
<b>Figura 11.</b>	Momia blanca y momia marrón donde se aprecia el orificio de salida. Puno 2022 .....	48
<b>Figura 12.</b>	Individuo <i>Praon sp.</i> Dentro de su pupa en momia blanca de pulgón. Puno 2022 .....	49
<b>Figura 13.</b>	Avispa con alas extendidas, a punto de tomar vuelo. Puno 2022.....	50
<b>Figura 14.</b>	Momento del parasitismo, avispa parasitando pulgón. Puno 2022 .....	50



<b>Figura 15.</b>	Gráfico de eficiencia de parasitismo, población estimada vs población reducida. ....	56
<b>Figura 16.</b>	Vista lateral de avispa del género <i>Praon</i> bajo el estereoscopio. Puno 2022 .....	59
<b>Figura 17.</b>	Vista lateral de abdomen de la avispa ( <i>Praon</i> sp.) donde se diferencia el ovipositor en el extremo del mismo. Puno 2022 .....	60
<b>Figura 18.</b>	Momias blancas del género <i>Praon</i> , con pupa debajo del cuerpo de la momia de consistencia algodonosa. Puno 2022 .....	60
<b>Figura 19.</b>	Tórax, cabeza y antenas de <i>Praon</i> sp. Puno 2022.....	61
<b>Figura 20.</b>	Venación alar, género <i>Praon</i> , aumento 800x. espécimen hallado en el invernadero. Puno 2022.....	61
<b>Figura 21.</b>	Dibujo del arquetipo de venación alar del ala anterior del género <i>Praon</i> propuesto por Shaw & Huddleston (1991).....	62
<b>Figura 22.</b>	Cabeza, antenas y parte del tórax <i>Aphius</i> sp. espécimen hallado en el invernadero. Puno 2022.....	64
<b>Figura 23.</b>	Cabeza, antenas y parte del tórax <i>Aphidius</i> sp. Especimen hallado en el invernadero. Puno 2022.....	64
<b>Figura 24.</b>	Momia dorada de aspecto globoso del género <i>Aphidius</i> hallada en el invernadero. Puno 2022.....	64
<b>Figura 25.</b>	Foto de venación alar, ala anterior género <i>Aphidius</i> con aumento de 800x de espécimen hallado en el invernadero. Puno 2022.....	65
<b>Figura 26.</b>	Dibujo que muestra el arquetipo de venación alar del ala anterior de una avispa del género <i>Aphidius</i> propuesto por Shaw & Huddleston (1991)....	66
<b>Figura 27.</b>	Foto de la vista exterior del invernadero construido. ....	82



<b>Figura 28.</b> Foto del interior del invernadero donde se aprecia la ventana de ventilación y algunas macetas. ....	82
<b>Figura 29.</b> Semilla de haba en agua para la germinación.....	83
<b>Figura 30.</b> Plantas de haba en el invernadero, antes de la floración, crecimiento de brotes. ....	83
<b>Figura 31.</b> Colecta de pulgones de plantas ornamentales infestadas. ....	84
<b>Figura 32.</b> Observación de pulgones y colecta de momias de plantas de haba dentro del invernadero. ....	84
<b>Figura 33.</b> Observación de momias de pulgones parasitados. ....	85
<b>Figura 34.</b> Observación en gabinete usando el estereoscopio.....	85
<b>Figura 35.</b> Observación y registro de la temperatura dentro del invernadero.....	86



## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b>	Subperiodos fenológicos del haba <i>Vicia faba</i> L. ....	29
<b>Tabla 2.</b>	Subespecies descritas de <i>Vicia faba</i> Linneo .....	30
<b>Tabla 3.</b>	Resumen del modelo de regresión.....	42
<b>Tabla 4.</b>	Coefficientes del modelo de regresión lineal.....	42
<b>Tabla 5.</b>	Días entre colecta y emergencia de la avispa de febrero a mayo 2022 .....	46
<b>Tabla 6.</b>	Media de ciclo de vida de la avispa (huevo-larva-pupa). Febrero a mayo 2022 .....	47
<b>Tabla 7.</b>	Frecuencia y porcentajes de los días de emergencia. ....	47
<b>Tabla 8.</b>	Temperatura media dentro del invernadero (°C).....	48
<b>Tabla 9.</b>	Número de plantas infestadas de febrero a mayo .....	52
<b>Tabla 10.</b>	Número de momias encontradas por planta de haba de febrero a mayo 2022 .....	53
<b>Tabla 11.</b>	Número de pulgones parasitados (febrero – mayo).....	54
<b>Tabla 12.</b>	Frecuencias de momias halladas por planta .....	56
<b>Tabla 13.</b>	Eficiencia de parasitismo estimada de febrero a mayo. Puno 2022 .....	57



## ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

<b>ITIS</b>	: Integrated Taxonomic Information System
<b>ENCA</b>	: Encuesta Nacional de Consumo Alimentario
<b>FAO</b>	: Organización de la Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
<b>USDA</b>	: United States Department of Agriculture.



## RESUMEN

Los pulgones es una plaga muy común en una gran diversidad de cultivos a lo largo y ancho del planeta, debido a que esta plaga se alimenta de casi cualquier planta y se multiplica muy rápidamente bajo condiciones adecuadas. Las avispas parasitoides son efectivos aliados en el control biológico de la población de pulgones. La investigación tuvo como **objetivos** (1) analizar la biología de las avispas parasitoides de la familia Braconidae que parasitan pulgones verdes del cultivo de haba; (2) estimar la eficiencia de parasitismo; (3) identificar la taxonomía de los especímenes encontrados. Para ello, se adecuó un ambiente semi controlado, construyendo un invernadero de 2 m de ancho por 3 m de largo, en el cual se observó la biología y parasitismo de las avispas parasitoides de la familia Braconidae durante los meses de febrero a mayo del 2022, a una temperatura media de 23°C, en la ciudad de Puno. Se colectaron momias de pulgones parasitados para estimar el tiempo de vida y se colectaron especímenes adultos para observar la morfología y anatomía, con el fin de identificar el género basados en el arquetipo de venación alar. **Resultados:** las avispas se desarrollan en una media de 21.94 días, con una supervivencia pupal del 90% para una muestra de 20 momias a una temperatura media de 23°C, las avispas parasitaron los pulgones logrando un 27% de reducción poblacional en las condiciones semi controladas y se hallaron dos géneros de la familia Braconidae: *Praon* y *Aphidius*. **Conclusiones:** son parasitoides koinobiontes solitarios de 22 días desarrollo, con una eficiencia de parasitismo del 27% sobre pulgones verdes en plantas de haba en condiciones semi controladas a 23°C. Se hallaron dos géneros de la familia Braconidae, *Praon* y *Aphidius*, que representan un nuevo registro para el sur del Perú y para Puno.

**Palabras Clave:** Avispa parasitoide, biología, áfidos, Braconidae.



## ABSTRACT

Aphids are a very common pest in a wide variety of crops worldwide, as they feed on almost any plant and multiply rapidly under suitable conditions. Parasitoid wasps are effective allies in the biological control of the aphid population. The research had the following objectives: (1) to analyze the biology of Braconidae family parasitoid wasps that attack green aphids in the bean crop; (2) to estimate the efficiency of parasitism; (3) to identify the taxonomy of the specimens found. To achieve this, a semi-controlled environment was set up by constructing a greenhouse measuring 2 meters wide by 3 meters long, where the biology and parasitism of the Braconidae family parasitoid wasps were observed from February to May 2022, at an average temperature of 23°C, in the city of Puno. Parasitized aphid mummies were collected to estimate the lifespan, and adult specimens were collected to observe the morphology and anatomy for the purpose of identifying the genus based on the wing venation archetype. Results: the wasps developed in an average of 21.94 days, with a pupal survival rate of 90% for a sample of 20 mummies at an average temperature of 23°C. The wasps parasitized the aphids, achieving a 27% reduction in the population under semi-controlled conditions, and two genera of the Braconidae family were found: *Praon* and *Aphidius*. Conclusions: they are solitary koinobiont parasitoids with a 22-day development period, exhibiting a 27% parasitism efficiency on green aphids in bean plants under semi-controlled conditions at 23°C. Two genera of the Braconidae family, *Praon* and *Aphidius*, were found, representing a new record for southern Peru and Puno.

**Keywords:** Parasitoid wasp, biology, aphids, Braconidae.



# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

A lo largo de la historia, desde que el ser humano descubrió la agricultura, ha emprendido una lucha con la misma naturaleza compitiendo para obtener sus recursos, incluso los recursos que él mismo producía a través de la agricultura, compitiendo con otros animales, otros humanos y con plagas que deseaban sus cultivos o atacaban las plantas. Este problema persiste en todo tipo de cultivo, a todo nivel y en cualquier tipo de clima. Esta es una respuesta de parte de la naturaleza que busca restablecer un equilibrio donde ya no lo hay. Si antes había un campo verde de pastizales, ahora existe un solo cultivo, van a proliferar numerosas plagas y fitodepredadores para restablecer el orden natural (Santos et al., 2010). Esta búsqueda por el equilibrio natural de parte de la naturaleza, nos ofrece también la oportunidad de usar, de manera racional, la “lucha biológica” en favor de reducir o controlar las plagas mediante los enemigos natural de estas mismas, de naturaleza animal o vegetal (Benassy, 1977).

La infestación de pulgones es un problema presente en muchos cultivos en zonas agrícolas, incluso en plantas ornamentales como los rosales. En la región altiplánica es una plaga muy importante en habas, quinua y rosales. Así mismo, se tiene conocimiento de que estas plagas tienen enemigos naturales, controladores biológicos que reducen las poblaciones de la plaga por depredación o por parasitismo. Se han hallado hasta nueve especies de avispas parasitoides en zonas productoras de trigo (González et al., 2018).

El hecho de que las avispas parasitoides asesinen a su hospedero durante el ataque y el proceso parasitario, es una de las características más importantes del parasitismo, y del control biológico que ofrecen. A diferencia de los depredadores típicos, las larvas de los parasitoides dependen de la madre para ser insertados dentro del hospedero o sobre



este y dependen de su hospedero para alimentarse y desarrollarse, siendo bastante “indefensos” por esta característica. Estas avispas parasitoides pueden ser solitarias si sólo un individuo es el protagonista de todo el proceso o gregarios cuando son varios los individuos que se desarrollan a partir de un sólo hospedero parasitado. La gran mayoría de avispas de la familia Braconidae son endoparásitos solitarios, la madre coloca un sólo huevo dentro del cuerpo del hospedero donde éste completa su desarrollo, eclosiona y sale una larva, esta come y crece para luego empupar y finalmente, emerge el adulto dejando una momia de pulgón a su paso (Shaw&Huddleston, 1991).

En el sur del Perú tenemos varios cultivos principales, entre estos está el cultivo de haba que, con unas 30 000ha cultivadas anualmente representa más del 90% del área cultivada total a nivel nacional (Horque, 2004). Considerando su elevado valor nutricional y la versatilidad en las formas en que se puede consumir (Dhull et al., 2022), se constituye en un aliado a considerar dentro de políticas públicas que busquen combatir el hambre y la desnutrición. Sin embargo, se reporta que el avance de conocimientos y técnicas en este cultivo se ha mantenido estático a lo largo de los años en el Perú. Esto mismo sucede en otros países y es la falta de información e investigación en este campo lo que mantienen este problema vigente (Horque, 2004).

Los pulgones representan un ataque directo a la producción que se cosecha en el cultivo de haba (Meza, 2018) y el control biológico es una alternativa al control químico que, aunque es efectivo (Meza, 2018) no asegura una agricultura sostenible.

### **1.1. OBJETIVO GENERAL**

- Determinar la biología y la eficiencia de parasitismo de la avispa Braconidae como controlador biológico de áfidos (pulgones) en plantas de *Vicia faba* Linneo.



## 1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar la biología de la avispa parasitoide de la familia Braconidae que parasitan pulgones verdes del cultivo de haba (*Vicia faba* Linneo).
- Determinar la eficiencia de parasitismo de avispas parasitoides de la familia Braconidae sobre pulgones verdes del cultivo de haba (*Vicia faba* Linneo).
- Determinar la taxonomía de las avispas parasitoides de la familia Braconidae que parasitan pulgones verdes del cultivo de haba (*Vicia faba* Linneo).



## CAPÍTULO II

### REVISIÓN DE LITERATURA

#### 2.1. ANTECEDENTES

González et al. (2018) describieron a los pulgones como una plaga agrícola en diversidad de cultivos, y que estas plagas tienen enemigos naturales, controladores biológicos. Se han hallado hasta 9 especies de avispas parasitoides en zonas productoras de trigo.

En un estudio realizado por Rojas (2020) describe que un 28% de plantas de haba (*Vicia faba*) infestadas por pulgones, se vieron afectadas en su desarrollo y en la liberación de néctar, en comparación con un 9% de plantas que tampoco se desarrollaron normalmente porque fueron afectadas por cortes mecánicos, demostrando que la infestación por pulgones tiene un mayor impacto que los cortes mecánicos.

Guevara (2017) reporta que el cultivo de haba tiene como una de sus principales plagas al pulgón verde *Myzus persicae*. Hermoso et al. (1994) agregan que este áfido es un vector de enfermedades y Vilca&Reyes (1999), describen que tienen como controlador biológico a las avispas parasitoides Braconidae, entre otros predadores como los coccinélidos.

Capinera (2001) en su estudio describe que el pulgón verde *Myzus persicae* tiene un ciclo de vida variable, dependiendo mucho de la temperatura, en especial del frío. En climas templados, una generación completa se puede desarrollar en 10 a 12 días, cuando la densidad incrementa, aparecen pulgones alados de color más oscuro. Esta forma alada del pulgón busca colonizar plantas cercanas disponibles, normalmente depositan individuos jóvenes y vuelven a tomar vuelo, lo que contribuye grandemente a que sean



efectivos vectores de virus. Además, este estudio mostró que las hembras pueden producir un promedio de 1.6 ninfas por hembra al día, con una longevidad de 23 días. Así mismo, Barlow (1962) describió que una hembra de *Myzus persicae* puede multiplicarse hasta 23.34 veces por semana a una temperatura constante de 25°C, pero notablemente menor a una temperatura entre 5 a 10°C, una hebra puede multiplicarse 2 a 3 veces por semana a esta temperatura.

Varios estudios como el de Pasandideh et al. (2015a) o Tazerouni et al. (2016b) han determinado que las avispa de género *Praon* son importantes parasitoides de pulgones en diversos grupos de cultivo como el pimiento. Además Tazerouni et al. (2016a) describieron que las avispa parasitaron *Myzus persicae*, constituyéndose un importante controlador biológico de esta plaga de pulgones.

Michelena-Saval et al. (1987) describieron al género *Aphidius* como endoparásitos de pulgones con desarrollo pupal dentro del pulgón momificado, describieron también la relación parasitoide-pulgón entre *Aphidius* y *Myzus persicae*.

Mazzitelli et al. (2018) describieron la diversidad de parasitoides del pulgón verde, encontrando nueve especies de parasitoides primarios entre los cuales destacan el género *Aphidius* y *Praon*, siendo que *Aphidius* superó el 70% de abundancia con respecto a *Praon* y halló un porcentaje de parasitismo cercano al 20% durante sus dos años de investigación en duraznero.

Elliott et al. (1994) reportaron que, aunque las avispa parasitoides Braconidae parasitan gran cantidad de especies, el porcentaje de parasitismo varía significativamente entre una especie de hospedero a otra. Sampaio et al. (2007) agregan que, las condiciones de temperatura son fundamentales en el desarrollo y desenvolvimiento de la avispa parasitoide sobre los hospederos.



Kavallieratos et al. (2008) describen a las avispas de esta familia como pequeñas avispitas parasitoides, cuyo estado adulto va desde los 2-4mm de tamaño, y las hembras con un color ligeramente marrón. Así mismo Arias et al. (2009) estudiaron el ciclo reproductivo de *Praon sp.* A diferentes temperaturas, describiendo que se necesitaron, en media, 20.26 días para completar el desarrollo a 20°C, reportando además una tendencia parabólica entre la temperatura y los días de desarrollo para varias especies de avispas parasitoides de áfidos. Zamani et al. (2007) reportan en su estudio sobre el efecto de la temperatura en la vida y desarrollo del género *Aphidius* que, a una temperatura de 25°C hubo entre 47 y 50% de parasitismo sobre *Myzus persicae*. También reportaron una mortalidad del 7% de las pupas a 25°C.

Prado et al. (2015) mencionan que las avispas del género *Aphidius* son endoparásitos solitarios que han sido aliados en la lucha biológica como principales controladores biológicos (parasitoides) de muchas plagas económicamente importantes de áfidos, siendo además uno de los controladores biológicos de mayor éxito comercial usado en cultivos de invernadero.

Zamani et al. (2006) describieron el comportamiento de esta familia de avispas, en ciertas especies representativas, tienen una mayor oviposición entre los 10°C y 25°C. También Zamani et al. (2007) describieron que la oviposición es mucho más baja superando los 30°C. Sampaio et al. (2007) reportó que la temperatura óptima para la oviposición y el desarrollo alrededor de los 22°C.

Montalvo et al. (2011) mencionan que estas avispas son un increíble recurso de control biológico contra la plaga de pulgones. González et al. (2018) evaluaron a las avispas parasitoides, describiendo hasta 9 especies de avispas Braconidae en cultivos de trigo y palto que parasitaron pulgones. Reyes (2009) reporta para el género *Aphidius* una



media de 13.5 días como tiempo de emergencia del adulto a 19°C en condiciones controladas de 19°C y 46-60% de humedad relativa.

En cuanto a las preferencias sobre los hospederos, Lin&Ives (2003) reportaron que hay una inclinación hacia individuos de áfidos más grandes de estadios tardíos, es así que, a mayor tamaño y más avanzado estado del áfido, mayor preferencia de oviposición. Zumoffen et al. (2015) agregan que *Praon volucre* tiene preferencia en la oviposición sobre los dos primeros estadios larvarios, reportaron también en su investigación que *Paron volucre* no parasitó áfidos adultos de mayor tamaño. Además Gerling et al. (1990) reportaron que los pulgones más grandes pueden llegar a tener ciertos mecanismos de defensa propios a su tamaño, como comportamientos de escape o reacciones de defensa como sacudirse o alejarse del parasitoide. En cuanto a Saeed et al. (2018) nos reportaron que, cuando hay varios hospederos posibles, la disponibilidad de más de un hospedero hace una diferencia en la elección de la avispa parasitoide, reportaron que cuando hay más de un hospedero, el nivel de parasitismo es menor que cuando sólo hay uno disponible.

Van-Driesche et al. (2008) reportaron avispas parasitoides en campos de florales con especies de primavera dentro de un invernadero, y halló que el pulgón verde *Myzus persicae* fue el más abundantemente parasitado por *Aphidius* con una supresión final de la densidad poblacional del áfido de entre el 73% y 88%, para dos diferentes tipos de flores primaverales, sin embargo, en este estudio se usaron plantas de cebada como plantas banker.

López-Gutiérrez et al. (2016) determinaron que, la eficiencia de parasitismo fue de 58.6% sobre pulgón amarillo, siendo los géneros *Aphidius* y *Praon* los que más



parasitaron de entre los 5 géneros estudiados en la investigación, sumando entre ambos géneros, el 60% del total de momias.

Shaw&Huddleston (1991) describieron ampliamente a la familia Braconidae como el grupo más grande avispas parasitoides, incluyen a más de 17,000 especies descritas que se distribuyen en todo el mundo. Típicamente los parasitoides desarrollan su larva alimentándose a costa de otros insectos, matando al hospedero durante el proceso, de forma inmediata o paulatinamente “desactivándolo”. También se proporcionan algunas características morfológicas por parte de Shaw et al. (1991) tales como: presencia de un ovopositor corto, apenas fuera del abdomen, antenas con 11 segmentos, y en cuanto a la venación alar, dependiendo de la especie, las primeras celdas submarginales incompletas o completas.

Zumoffen et al. (2015) describieron a las momias del género *Aphidius* como momias de color dorado o marrón de aspecto globoso o redondeado, de cuya momia emerge el adulto dejando un orificio de salida circular de con tapa o sin ella. Así mismo, Pasandideh et al. (2015a) hacen lo propio con el género *Praon* cuya momia tiene diferencia en color y forma, es una momia de color blanco semiesférica que muestra una masa de consistencia algodonosa en la base que es donde empupa la larva hasta el momento de salir, entonces el adulto emerge desde la pupa o desde la momia del pulgón dejando un orificio de salida con márgenes menos regulares.

Shaw et al. (1991) realizaron una amplia descripción de la clasificación y la biología avispas Braconidae, describiendo las características morfológicas y de parasitismo para la gran mayoría de géneros y especies de estas avispas parasitoides. Proporcionó dibujos para la identificación taxonómica mediante la disposición de la venación alar.



Pasandideh et al. (2015b) reportaron que se puede identificar al género *Praon* mediante claves de identificación a través de las características en las momias de áfidos parasitados, identificando un capullo pupal de aspecto blanquecino, parecido al algodón y que en la parte inferior se encuentra pegado a la hoja, el desarrollo pupal es externo.

Zumoffen, et al. (2015) en su artículo científico identificaron géneros de avispa Braconidae por medio de claves de identificación en las momias, para el caso del género *Aphidius* se describen momias de color pardo, marrón o dorado, claro u oscuro, de aspecto globoso con orificio de salida circular con márgenes de corte regular con o sin tapa.

Pasandideh et al. (2015b) reportaron en su investigación con 5 especies de avispa parasitoides que, *Praon v.* es más efectivo que *Aphidius ervi* ya que parasitó adultos además del resto de estadios larvarios.

Redolfi (1994) reportó 178 especies de avispa de la familia Braconidae, dentro de 55 géneros y 14 subfamilias en el Perú, basado en la colecta de especímenes, pero en comparación con lo descrito por otros autores, estimó que deben haber alrededor de 3000 especies de braconidos en el Perú, los descritos son muy pocos como para considerar al Perú un país megadiverso, pero esto ocurre a nivel regional, en la zona neotropical específicamente, teniendo el mayor número de registros en Brasil, con 383 especies.

Redolfi et al. (1980) registraron para la costa del Perú, 4 especies de avispa parasitoides de áfidos: *Lisyplebus testaceipes*, *Aphidius colemani*, *Aphidius matricariae* y se hace mención a *Praon sp.*, aunque con poco detalle. Esto dejaría un vacío en la selva, costa sur y la zona altoandina.

Zela (2016) usó trampas de color para el control de plagas en hortalizas cultivadas en el centro poblado de Jayllihuaya, en estas trampas de color halló diversidad de insectos



fitófagos, pero también varios controladores biológicos, entre los cabe destacar avispas de la familia Braconidae.

## **2.2. MARCO TEÓRICO**

### **2.2.1. Áfido del haba (pulgón verde) *Myzus persicae***

#### **Descripción**

El pulgón verde o piojo del melocotonero, es una especie ampliamente distribuida en todo el mundo. Se alimenta de la sabia de flores, hojas y brotes de la planta que infesta a través de su aparato bucal succionador y presentan una forma alada que suele aparecer después de 8 generaciones desde las primeras hembras vivíparas y que tienen el tórax negro y el abdomen verde o amarillo. Ésta forma alada logra pasar fácilmente de una planta a otra, las formas ápteras tienen un sifón largo y de color verde como su cuerpo y las ninfas dan origen a las formas aladas de las hembras, sobre todo cuando el alimento disponible es escaso (Van-Emden et al., 1969).

#### **Ciclo**

El ciclo de vida y desarrollo puede ser muy rápido teniendo una generación completa entre 10 a 12 días, alcanzando 20 generaciones anuales para climas agradables. Los huevos depositados en el hospedero miden 0.3mm de ancho y 0.6mm de largo y son de forma elíptica, de color amarillo o verde para luego tornarse negro y tiene una gran mortalidad, las ninfas son de color marrón, las hembras pueden dar descendencia de 6 a 17 días después de nacer y el promedio de vida es de 23 días (Capinera, 2001). Se pueden reproducir de forma vivípara u ovípara (producción de huevos) dependiendo de su dieta y de la cantidad de alimento disponible. La multiplicación del pulgón esta influenciada

por las condiciones climática, los enemigos naturales y la resistencia de la planta hospedera (Van-Emden et al., 1969).

El pico de abundancia del pulgón coincide, generalmente, con el estado fenológico de máximo crecimiento de los brotes del hospedero (Mazzitelli et al., 2018).



**Figura 1.** Forma alada de *Myzus persicae*. Fuente: United States Department of Agriculture (USDA)

### **Clasificación taxonómica**

**Reino:** Animalia

**Phylum:** Arthropoda

**Clase:** Insecta

**Orden:** Homoptera

**Suborden:** Sternorrhyncha

**Familia:** Aphididae

**Género:** *Myzus*

**Especie:** *Myzus persicae*. Sulzer, 1776



## **Distribución geográfica**

Los áfidos están ampliamente distribuidos en todo el planeta, en el Perú hay reportes de *M. persicae* en cultivos de papa en Huancayo, en la sierra del país (Parker et al., 1983), en zonas tropicales como San Ramón a 800msnm (Raman&Midmore, 1983) y hasta una forma roja de la especie en Lima (Valencia, 1975), también se hallaron pulgones verdes en el borde un área forestal en el departamento Tingo María, departamento de Huánuco (Ortiz, 1980).

El pulgón verde *M. persicae* se encuentra alrededor de todo el planeta siendo considerada una plaga en una gran cantidad de cultivo, principalmente por su condición de vector de enfermedades virales y, debido a la capacidad de ser transportados por el viento o tormentas, su proliferación es muy fácil en campo abierto (Capinera, 2001).

## **Importancia entomológica**

*Myzus persicae* es una importante plaga en una gran variedad de plantas y como plaga no sólo es capaz de generar un daño directo, también es vector de alrededor de 100 enfermedades virales, afectando una gran variedad de cultivos como haba, papa, tabaco y cítricos (Kennedy et al., 1962).

El cultivo de haba tiene como una de sus principales plagas al pulgón verde *Myzus persicae* (Guevara, 2017), siendo este áfido un vector de enfermedades (Hermoso et al., 1994) teniendo como controlador biológico a las avispas parasitoides Braconidae.

El uso de agroquímicos para controlar esta plaga ha sido parcialmente efectiva o muy poco efectiva en el control de la plaga, por lo que es muy importante incluir otras metodologías de control que permitan reducir los números, sobre todo para evitar el contagio de afecciones virales al hospedero (Van-Emden et al., 1969).



Tienen un centenar de enemigos naturales, principalmente mariquitas (Coleoptera: Coccinellidae) y avispas parasitoides (Hymenoptera: Braconidae) entre muchos otros (Capinera, 2001).

### **2.2.2. Controlador biológico, la avispa parasitoide de la familia Braconidae**

#### **Descripción**

Las avispas parasitoides de la familia Braconidae se diferencia de otros grupos de parasitoides por algunas características biológicas particulares. La gran mayoría es endoparasitoide, pues el huevo se alimenta desde dentro del hospedero. En algunas subfamilias la última fase de la larva sale del hospedero para alimentarse externamente. Pueden ser parasitoides primarios, cuando parasitan a un hospedero, y se convierten en hiperparasitoides cuando parasitan al parásito de otro hospedero, pero es muy raro el hiperparasitismo en la familia Braconidae. La familia tiene un mecanismo denominado haploidía, que consiste en que nacen machos de huevos no fertilizados y las hembras de huevos fertilizados y en algunas especies, huevos no fertilizados producen hembras diploides. Los hospederos conocidos de las avispas braconides son de las familias Coleoptera, Lepidoptera, Diptera, Hymenoptera (Symphyta) (Shaw&Huddleston, 1991). Al igual que muchos parasitoides, se pueden aplicar términos en común según las características de su parasitismo: Ectoparásitos y endoparásitos, que parasitan fuera del hospedero y dentro del mismo, respectivamente; koinobiontes que permiten a su hospedero sobrevivir hasta el final de su desarrollo o idiobiontes que paralizan a su hospedero de forma permanente (Campos, 2001).

Esta familia parasita gran cantidad de lepidópteros, homópteros y, en algunos casos, tienen hospederos específicos para cada género de avispas. En el Perú han sido grandemente descritas y estudiadas por (Redolfi, 1994).



## **Distribución geográfica**

La familia Braconidae está ampliamente distribuida a la largo del planeta, hay miles de especies descritas y aún muchos miles más no descritos. La mayor diversidad de especies descritas está en Asia (Jones et al., 2009). Para el Perú se han descrito 14 subfamilias que representan 55 géneros sumando un total de 178 especies a las zonas de la costa, sierra y selva del Perú (Redolfi, 1994).

Esta búsqueda de hospedero ha dado como resultado, en algunos estudios, encontrar algunas subfamilias de Braconidae en ambientes inusuales, como cuevas, pero se puede asumir que la captura de estos ejemplares es accidental (Peris-Felipo et al., 2016).

## **Clasificación taxonómica de la familia**

**Reino:** Animalia

**Phylum:** Arthropoda

**Clase:** Insecta

**Orden:** Hymenoptera

**Suborden:** Apocrita

**Superfamilia:** Ichneumonoidea

**Familia:** Braconidae

Se han descrito 75 especies verificadas dentro del género *Praon* (*ITIS - Report: Praon*, s. f.) al., 2016) (*ITIS - Report: Praon*, 2023).

Para el género *Aphidius* se reconocen 132 especies descritas y verificadas (Yu et al., 2016) (*ITIS - Report: Aphidius, 2023*).

### **Controlador biológico**

Las avispas Braconidae pueden ser ectoparásitos (parasitan externamente) o endoparásitos (parasitan internamente), dentro de esto los idiobiontes, son los que parasitan a su hospedador y producto de este ataque lo matan y la larva se alimenta de su cadáver hasta completar su desarrollo y los kionobiontes que no matan a su hospedero al momento del ataque, sino que es la larva la que mata al hospedero y vive de él hasta completar su desarrollo (Shaw&Huddleston, 1991). Algunas especies de braconidos tienen hospederos específicos de lepidópteros, coleópteros y dípteros en diferentes fases del desarrollo de estos, lo que los convierte en un importante controlador biológico (Campos, 2001) de plagas como la de los pulgones.

Las avispas parasitoides están donde están sus hospederos, describiéndose hasta 9 especies de avispas Braconidae en cultivos de trigo (González et al., 2018) palto, las que parasitan pulgones, de los que emergen, las avispas adultas (Reyes, 2009) en condiciones de laboratorio, lo cual los hace un increíble recurso de control biológico contra este tipo de plagas (Quispe, 2011).



**Figura 2.** Avispa Braconidae al costado de pulgones verdes en la flor de haba. Puno 2022

### 2.2.3. Planta de haba *Vicia faba* Linneo

#### Fenología

El cultivo de haba tiene 4 subperiodos según Confalone et al. (2011):

**Tabla 1.** Subperiodos fenológicos del haba *Vicia faba* L.

<b>Subperiodo</b>	<b>Días</b>
S-E	22.5
E-F	60.8
F-V	15.7
V-M	68.3

S-E: Siembra-emergencia  
E-F: Emergencia-floración  
F-V: Floración-formación de vainas  
V-M: Formación de vainas-madurez  
Fuente: Confalone et al. (2011)

#### Descripción

Planta anual que crece a manera de hierba y que varía en tamaño, dependiendo de la especie, crece de forma erecta con mucho follaje y es frondosa (Horque, 2004), es una planta cuyo desarrollo está afectado por la temperatura, sobre todo por las heladas, y por los recursos obtenidos por el suelo en el que son cultivadas (Cortez, 2017).

#### Subespecies

Horque, (2004) menciona 4 subespecies (Tabla 2) o variedades botánicas para esta leguminosa (*Vicia faba*).

La subespecie *Vicia faba* Major es la que se emplea para consumo humano, su semilla es de tamaño mediano a grande, con un peso de 1<sup>a</sup> 2.5gr, la planta va desde 1 a 2.5m dependiendo de las condiciones climáticas (Cruz-Izquierdo et al., 2013).



**Tabla 2.** Subespecies descritas de *Vicia faba* Linneo

<b>Especie</b>	<b>Subespecies</b>
<i>Vicia faba</i> L.	<i>Vicia faba</i> Paucijuga
	<i>Vicia faba</i> Minor
	<i>Vicia faba</i> Equina
	<i>Vicia faba</i> Major

Fuente: Mapeo genético en leguminosas (Cruz-Izquierdo et al., 2013)

### **Clasificación taxonómica**

**Reino:** Plantae

**Phylum:** Magnoliophyta

**Clase:** Dicotyledoneae

**Orden:** Fabales

**Familia:** Fabaceae

**Género:** *Vicia*

**Especie:** *Vicia faba* Linneo 1753

### **Bromatología del cultivo**

El haba contiene una variedad grande nutrientes, minerales y aminoácidos esenciales en la dieta del ser humano, dependiendo de la forma de consumo, las cantidades pueden variar, pero van desde proteínas, minerales como el calcio, hierro, magnesio, fósforo y sodio, además de vitaminas C, vitamina A y vitamina K (Dhull et al.,



2022). Pero un consumo exagerado también puede producir una afección denominada “fabismo” que puede llegar a ser letal (Horque, 2004).

### **Fitopatología y plagas**

Este cultivo sufre de varias patologías causadas principalmente por hongos y por plagas que constituyen un importa vector de enfermedades virales, sobre todo, las pagas de áfidos, por su gran capacidad reproductivas y su alimentación, pueden causar gran daño a la producción e infestas de forma crítica al cultivo (Horque, 2004).

A estos problemas, se le suman varios autores que han descrito el ataque de plagas en cultivos de haba, desde áfidos hasta aves (Guevara, 2017; Rojas, 2020), una de sus principales plagas es el pulgón verde *Myzus persicae* (Guevara, 2017) siendo este áfido un vector de enfermedades (Hermoso et al., 1994).

El cultivo de haba tiene como una de sus principales plagas al pulgón verde *Myzus persicae* (Guevara, 2017) siendo este áfido un vector de enfermedades (Hermoso et al., 1994). Esta plaga de pulgones puede afectar hasta un 28% de plantas del total de un sembrío, causando principalmente daño a la producción final, aunque se vea afectado el tamaño de la planta (Rojas, 2020). Además, se debe resaltar que la elección de semillas de buena calidad, asegura una mayor probabilidad de resistencia a enfermedades y plagas (Quispe, 2011).

### **Producción en el Perú**

Se considera un cultivo de consumo indispensable, en especial para países en vías de desarrollo, colabora con una adecuada alimentación, y las encuestas a través de la Encuesta Nacional de Alimentos (ENCA), se sabe que se consume en todo el Perú, menos en la zona de selva baja, y su consumo sigue un patrón de carácter tradicionalista,



dependiendo de nivel de ingresos y la ocupación de las personas. Se estima que el consumo anual es de 2.2kg por individuo, sobre todo en la zona de la sierra del país (Horque, 2004).

En el Perú, el cultivo de haba (*Vicia faba Linneo*), forma parte importante del cultivo en zonas andinas, la mayoría de hectáreas de siembra están en la sierra (Horque, 2004) y por su alto valor nutricional, rica en lisinas proteicas, minerales, proteínas y numerosos componentes bioactivos, supone un alto grado nutricional y beneficios a la salud (Dhull et al., 2022).

### **2.3. MARCO CONCEPTUAL**

#### **Controlador biológico**

Organismo cuya acción parasitoide, o acción patógena disminuye las poblaciones de otros organismos, en cuya ausencia, sería mayor (DeBach, 1968).

#### **Avispa parasitoide**

Avispa, generalmente solitaria y de hábito parasitoide que coloca sus huevos en un organismo vivo, un hospedero, el cuál generalmente termina muerto, asegurando de esta manera su progenie y descendencia (Campos, 2001).

#### **Plaga agrícola**

Cualquier individuo de cualquier especies, raza o biotipo, sea de origen animal o vegetal, incluso agentes patógenos, que causen daño a los cultivos (FAO, 2016).



## **Hospedero**

Especie vegetal capaz de sustentar una plaga en condiciones naturales (FAO 2016).

## **Endoparasitoide**

Parásito que se alimenta desde dentro de cuerpo del hospedero (Shaw&Huddleston, 1991).

## **Plaga**

Organismos animales que afectan e interfieren en los intereses humanos agrícolas, son dañinos por su capacidad de competir por los recursos del hombre, ya sea refugio, agua, espacio vital, salud y bienestar (Doddall&Mason, 2010).

## **Control biológico clásico**

Estrategia utilizada en silvicultura y agricultura basado en la acción de liberar organismos criados que sean enemigos naturales específicos de alguna plaga con el fin de reducir la densidad poblacional de la plaga, antes de que esta genere daños económicos (DeBach& Rosen, 1991).

## **Predator**

Organismo que se alimenta de plagas u otros organismos que son perjudiciales para los cultivos (Nicholls&Altieri, 2004).



## **Parasitoide**

Organismo que pasa gran parte de su ciclo de vida como parásito de otro insecto, de forma interna o externa, al cual mata mientras se alimenta y se desarrolla (Godfray&Godfray, 1994).

## **Planta banker**

Planta que sirve refugio o sostén para una plaga o un parasitoide, en simbiosis con este, generalmente se usa en ambientes controlados como invernaderos para sostener un parasitoide u otros organismos de interés (Van Driesche et al., 2008).

## CAPÍTULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. TIPO DE ESTUDIO

El tipo de estudio es descriptivo, experimental y longitudinal.

#### 3.2. UBICACIÓN

La presente investigación se realizó dentro de un inmueble ubicado en el Jr. Ciudad de la Paz, en su tercera cuadra en el barrio San Martín de la ciudad de Puno, departamento de Puno, en las coordenadas  $15^{\circ}51'21''$  S  $70^{\circ}00'59''$  N a una altura de 3846msnm, en cuyo interior se contaba con el espacio y las facilidades necesarias para construir el espacio semi controlado de  $6m^2$  aproximadamente. Se buscó un lugar dentro del inmueble en el que se evidencia más horas de luz, considerando la posible sombra que producían los edificios colindantes.



**Figura 3.** Ubicación del recinto donde se construyó el invernadero. Fuente Google Earth 2022

#### Preparación del hospedero

Se preparó primeramente el hospedero usando una variedad local de habas que se consiguieron en el mercado local pidiendo “semilla de haba”. Eran unas habas secas de

color marrón de tamaño reducido que se pusieron en agua para hidratarlas, aumentaron de tamaño y se inició con el proceso de germinación.

### **Germinación de las plantas**

Se colocó las semillas en un frasco de vidrio limpio con agua que se cambiaba diariamente hasta que se observó que germinaban aproximadamente entre 5 y 7 días después.



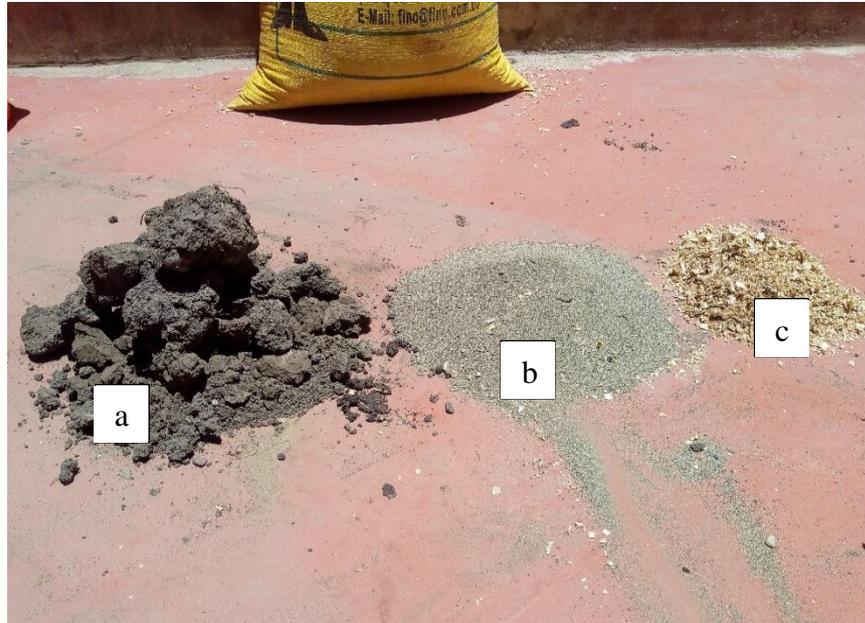
**Figura 4.** Brotes de haba de 3 – 4 semanas en macetas de plástico.

### **Preparación de la tierra**

Se usó una mezcla de tres partes de tierra negra, dos partes de arena y una de aserrín. A esta mezcla se le inoculó un puñado de estiércol de cuy como fertilizante, se hizo esta mezcla porque la tierra negra tenía una consistencia demasiado arcillosa que no permitió el crecimiento de las plantas, sino hasta que se combinó con la arena y el aserrín.

Se usaron macetas con una capacidad aproximada de 10kg de peso seco y suman alrededor de 13kg de peso húmedo. El material fue de plástico a las que se le hicieron 3 perforaciones triangulares en la base, para garantizar un adecuado drenaje del agua. En total. Se usaron 21 macetas de las mismas características a las se les llenó casi hasta el

borde superior, con la mezcla preparada de arena, tierra negra, aserrín y un puñado de fertilizante.



**Figura 5.** Mezcla para el sustrato del haba: (a) tierra negra, (b) arena, (c) aserrín.

### **Temperatura**

Para la medición de la temperatura y la humedad se usó un termómetro – higrómetro de la marca HAKUSA que mide y registra temperatura máxima y mínima en grados centígrados.

Se tomaron los datos de la temperatura ambiente dentro del invernadero una vez a la semana durante 4 semanas, de febrero a mayo, tomando registro de la temperatura que marcaba el termómetro en su apartado “OUT” en la pantalla superior en grados centígrados °C entre las 10:00 y las 15:00 horas, generalmente entre semana. Se llevó el registro de la temperatura con el termómetro higrómetro HAKUSA, registrando la temperatura dentro del invernadero cada dos días, para obtener una media.



**Figura 6.** Termómetro higrómetro HAKUSA

### **3.3. PARA LA EVALUAR LA BIOLOGÍA DE LA AVISPA PARASITOIDE DE LA FAMILIA BRACONIDAE**

#### **Obtención de la avispa parasitoide**

Para la obtención de la avispa parasitoide se buscó, durante dos semanas, momias de pulgones parasitados, que se colectaban en frascos de vidrio o plástico de rosales domésticos infestados por pulgones verdes. Una vez obtenidos algunos pulgones parasitados (momias) se colocaron en las plántulas de haba ya infestadas previamente con pulgones verdes.

#### **Tiempo de vida**

La observación se hizo de forma diaria, durante la mañana, cuantitativamente y cualitativamente, contando el número de pulgones parasitados en cada hospedero usando una ficha de registro, detallando el tipo de pulgón parasitado, diferenciando entre tres tipos: Tipo A, momia marrón, Tipo B, momia blanca y Tipo C momia de pulgón alado.

El registro se empezó a llevar desde el primer día del mes de febrero, hasta el 31 de mayo del 2022, contabilizando y diferenciando los tres tipos de momias.

Se colectaron cinco momias en febrero, marzo, abril y mayo, haciendo un total de 20 momias para hacer una tabla de días hasta la eclosión. Las momias colectadas de las plantas de haba se obtuvieron cortando una pequeña porción de la hoja de haba que contenía la momia. Luego, se puso la momia recién encontrada dentro de una jaula de crianza masiva, sobre un almácigo de haba de 10 a 15cm que cupiera dentro de la jaula, desde la que se observó el tiempo hasta la eclosión, dándole a la descendencia dentro de la jaula alimento, colocando una solución de agua y azúcar al 1% para simular néctar.

### **Infestación del hospedero (haba)**



**Figura 7.** Pulgones hallados parasitados y colectados. Puno 2022

Se colocaron de cinco a diez pulgones en cada planta de haba para la infestación. Estos pulgones fueron colectados de rosales y plantas ornamentales en frascos de vidrio y plástico y se inocularon en los brotes de haba de unas 3 semanas para que haya población al momento de la inoculación de la avispa parasitoide.



**Figura 8.** Pulgón verde en hojas y flor de haba. Puno 2022

### **Inoculación de la avispa parasitoide**

Se colocaron dos momias en cada planta ya infestada previamente con pulgones verdes para que, al momento de emerger la avispa, tenga fácil acceso a posibles hospederos y se sostenga de la misma planta. La observación se realizó diariamente hasta observar las primeras momias de pulgón parasitado por la avispa.

### **Para la estimación del tiempo de vida**

Se observó de forma diaria la aparición de pulgones parasitados, para lo cual se usó una ficha de registro, señalando si era una momia de pulgón del Tipo A, momia de color marrón claro; del tipo B, momia de color blanco con una base a manera de tela de araña o del tipo C, pulgón alado, momia del Tipo A o B que presente alas, observando los cambios morfológicos.



**Figura 9.** Tipos de momia, Tipo A, momia blanca; Tipo B, momia de color marrón claro; Tipo C, momia del tipo A o B, pero de un pulgón alado. Puno 2022



### **3.4. PARA DETERMINAR LA EFICIENCIA DE PARASITISMO DE LA AVISPA PARASITOIDE DE LA FAMILIA BRACONIDAE**

Se contabilizó el número de pulgones parasitados durante los meses de febrero a mayo del 2022 y se describió la eficacia del parasitismo comparando el número estimado de pulgones, mediante un modelo de regresión simple, sin la ausencia del controlador biológico con el número de estimado de pulgones no nacido en base a los que fueron parasitados, obteniendo una diferencia porcentual.

Con los datos obtenidos de la estimación del número de pulgones en dos semanas, se estimó el número de pulgones no nacidos en la población total para cada mes de acuerdo al número de pulgones parasitados hallados.

#### **Para la estimación de la población de pulgones**

Se tomó el registro de la temperatura del invernadero que estuvo bajo condiciones semi controladas, registrando temperatura casi constante, en el que se multiplicaron los pulgones después de la infestación. Se registró una temperatura media de 23°C. Para estimar la población del pulgón debemos saber la capacidad de multiplicación de la especie, para lo cual, se usaron los datos de Barlow (1962) que proporciona el potencial de multiplicación del pulgón a diferentes temperaturas, pero no nos da el dato exacto para 23°C. Realizamos entonces un modelo de regresión con los datos que registró Barlow (1962) a 5, 10, 15, 20 y 25°C grados de temperatura para poder conocer el potencial de multiplicación del pulgón a 23°C casi constantes, que fueron los registrados en el invernadero.

Según los datos de Barlow (1962), tenemos para *Myzus persicae* que, a 5°C el potencial de multiplicación es de 2 individuos por semana; para 10°C es de 2.5

individuos por semana; a 15°C es de 11 individuos por semana; a 20°C es de 22.5 individuos por semana y a 25°C el grado de multiplicación es de 23.34 individuos por semana. No se tomó en cuenta los 30°C por el evidente descenso por encima de los 30°C en la multiplicación de la especie, y ese descenso no permitía hacer el modelo adecuadamente. Con estos datos se generó un modelo de regresión lineal con el programa SPSS según los pasos que se detallan a continuación:

1. Se hizo un análisis de correlación de Pearson entre los datos de temperatura y número de pulgones en una semana obteniendo una correlación significativa (0.956). Se obtuvo un  $R^2=0.914$  y un  $R^2$  ajustado=0.886.

**Tabla 3.** Resumen del modelo de regresión

<b>Resumen del modelo</b>				
Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	.956 <sup>a</sup>	.914	.886	3.50515

a. Predictores: (Constante), Temperatura

Fuente: IBM SPSS Statistics, versión gratuita (de prueba)

2. Se obtuvo la ecuación del modelo de la regresión:

$$y = -6.54 + 1.25 * x$$

Donde: y=número de pulgones; x=temperatura

**Tabla 4.** Coeficientes del modelo de regresión lineal

<b>Coeficientes<sup>a</sup></b>					
Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	
		B	Error estándar	Beta	t
1	(Constante)	-6.536	3.676		-1.778
	Temperatura	1.254	.222	.956	5.655

a. Variable dependiente: Cantidad

Fuente: IBM SPSS Statistics. Versión gratuita (de prueba)



3. Finalmente, se hizo una estimación del número de pulgones que una hembra puede producir en una semana, en ausencia de controladores biológicos y climas adversos a una temperatura casi constante de 23°C que fue la media obtenida dentro del invernadero y en las condiciones semi controladas, como se detalla a continuación:

Reemplazando x (temperatura):

$$y = -6.54 + 1.23 * 23$$

$$y = -6.54 + 28.29$$

$$y = 21.75$$

Según el modelo de regresión obtenido sabemos que, a una temperatura casi constante de 23°C, el pulgón verde tiene el potencial de multiplicarse hasta 21.75 veces en 7 días.

### **Para la estimación de la eficiencia de parasitismo**

Se restó el número de pulgones no nacidos del número de pulgones estimados en ausencia del controlador biológico para obtener una diferencia porcentual.

Se estimaron los pulgones no nacidos mediante el número de momias colectadas durante la investigación, para cada mes se registró el número total de momias colectadas en las 21 macetas, usando el mismo modelo de regresión, se estimó el número de pulgones no nacidos a partir de las momias colectadas, ya que los pulgones parasitados tienen el mismo potencial de multiplicación que los no parasitados, multiplicando el número de momias colectadas por 21.75.

Desde la población inicial hasta la final se consideraron las primeras dos semanas en cada mes, esto a criterio del investigador y en base a lo dicho Barlow, (1962) que



describe que, el pulgón al tener un crecimiento poblacional exponencial, pasadas dos semanas el número de pulgones sería insostenible para la misma planta.

### **3.5. PARA DETERMINAR LA TAXONOMÍA DE LAS AVISPAS PARASITOIDES DE LA FAMILIA BRACONIDAE**

Para la identificación se colectaron algunos especímenes durante el transcurso del experimento, de las plantas de haba, durante las primeras horas del día preferentemente y algunas veces durante la tarde, se recorrió el invernadero durante unos 15 a 20 min, observando cada planta en busca de las avispas. Una vez halladas, se usaron frascos de vidrio para colectarlas siendo sumamente sigilosos para que no perderlas si emprendían vuelo, una vez colectadas se llenó el frasco de vidrio con alcohol al 70% para su preservación y posterior observación. Estas muestras se depositaron en el laboratorio de zoología.

Se tomaron fotos con un estereoscopio y un microscopio digital que nos permitieron tomar fotos con aumentos hasta de 1000x, ambos equipos usados pertenecen al laboratorio de zoología de la Facultad de Ciencias biológicas de la Universidad Nacional del Altiplano. Se tomó fotos de las partes anatómicas importantes para la identificación como las antenas y las alas, con minuciosa observación de la venación alar, estas fotos se remitieron junto con los detalles de la plaga, el cultivo y con fotos de ambos tipos de momias al Dr. Alexander Regulo Rodríguez Berrio, especialista en braconidos de la Universidad Nacional Agraria La Molina de Lima. Se identificaron los especímenes hasta nivel de género, usando claves taxonómicas y el arquetipo de venación alar con el apoyo del especialista en braconidos del Museo Entomológico del Universidad Nacional Agraria La Molina de Lima.

Para la identificación, se observó el tipo de venación alar, prestando atención a la disposición, forma y tamaño de las partes anatómicas del ala y su venación, la celda basal, la primera celda discal, la forma del pterostigma, la celda marginal, la celda sub-basal, y la vena radial. Con esta guía de las partes anatómicas y de la venación alar, se pudo identificar el género de los especímenes colectados en el invernadero, comparándolos con los dibujos de Shaw et al., (1991) del género *Praon* y *Aphidius*, luego de que un especialista en braconídeos del Museo Entomológico de la universidad Agraria La Molina, revisara las fotos que le remitimos vía mail.



**Figura 10.** Avispa Braconidae hallada en el invernadero dentro de frasco pequeño de vidrio con alcohol al 70% para su depósito en el laboratorio de zoología. Puno 2022

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. EVALUACIÓN DE LA BIOLOGÍA DE LA AVISPA BRACONIDAE

##### Tiempo de vida

Las avispas colectadas dentro del invernadero de febrero a mayo del 2022 en Puno, emergieron de la momia del pulgón después de 22 días en promedio, desde la colecta del pulgón parasitado hasta observar el orificio de salida del adulto.

**Tabla 5.** Días entre colecta y emergencia de la avispa de febrero a mayo 2022

N° momia	Fecha de colecta	Fecha de emergencia del adulto	Días
1	13-feb	06-mar	21
2	14-feb	09-mar	23
3	15-feb	08-mar	21
4	17-feb	12-mar	23
5	25-feb	18-mar	21
6	14-mar	04-abr	21
7	16-mar	08-abr	23
8	19-mar	09-abr	21
9	27-mar	18-abr	22
10	30-mar	20-abr	21
11	03-abr	26-abr	23
12	05-abr	26-abr	21
13	23-abr	-	-
14	27-abr	19-may	22
15	28-abr	25-may	27
16	05-may	29-may	24
17	11-may	03-jun	23
18	25-may	18-jun	24
19	30-may	21-jun	22
20	12-may	-	-
		Media	21.94
		D.S.	7.05
		E.E.	1.57

El análisis estadístico nos arroja una media de 21.94 días para las 20 muestras, una desviación estándar de 7.05 y un Error estándar de 1.57.

**Tabla 6.** Media de ciclo de vida de la avispa (huevo-larva-pupa). Febrero a mayo 2022

		Días hasta la emergencia
N°	Válidos	18
	Perdidos	2
	Media	21.94
	Mediana	21.50
	Moda	21.00
	Mínimo	19.00
	Máximo	27.00

Se observó una mediana de 21.50 días, límite máximo=27 días, límite mínimo =19 días. Hallamos una sobrevivencia pupal del 90%, dos de las 20 momias colectadas no llegaron a término, jamás se observó el orificio de salida, y se pudo observar al adulto dentro de la momia, posiblemente sin llegar al término de su desarrollo.

**Tabla 7.** Frecuencia y porcentajes de los días de emergencia.

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido 00	2	10.0	10.0	10.0
21.00	7	35.0	35.0	45.0
22.00	3	15.0	15.0	60.0
23.00	5	25.0	25.0	85.0
24.00	2	10.0	10.0	95.0
27.00	1	5.0	5.0	100.0
Total	20	100.0	100.0	

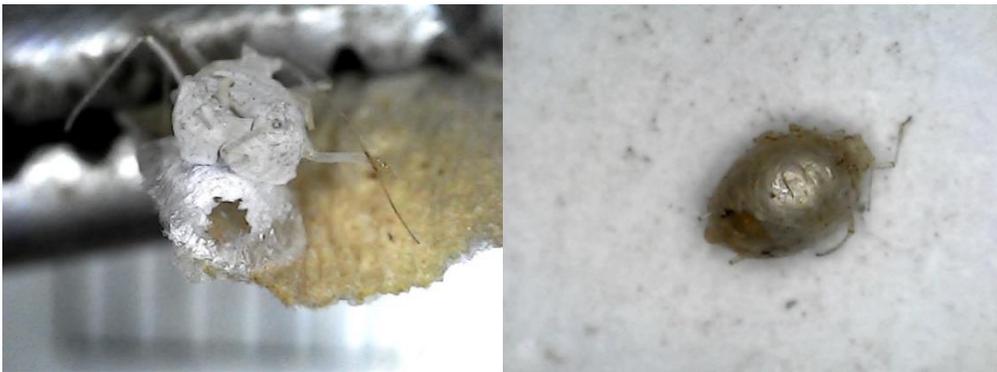
El análisis estadístico nos muestra una mortalidad pupal del 10%, la mayor frecuencia fue para 21 días, con un 35% y el menor porcentaje a los 27 días con 5%.

Se midió una temperatura media de 22.93 °C, con un límite máximo =23.80°C, y un límite mínimo =22°C, dentro del invernadero de febrero a mayo del 2022.

**Tabla 8.** Temperatura media dentro del invernadero (°C)

Temperatura °C		
N°	Válido	
Media		22.93
Mediana		22.90
Mínimo		22.00
Máximo		23.80

Fuente: Registro semanal con termómetro Hakusa.



**Figura 11.** Momia blanca y momia marrón donde se aprecia el orificio de salida. Puno 2022

Coincidiendo con Arias et al. (2009) que halló una media de 20 días hasta la emergencia del adulto a 20°C, en contraste con los 22 días descritos en este estudio. Esta diferencia de casi 2 días, se puede deber a la diferencia de temperatura y a que la colecta de las momias probablemente no fue en el mismo día del ataque, sino un días antes o un día después.

Los resultados obtenidos del tiempo de vida van de la mano con lo que describe Zamani et al. (2007), que de 10°C a 25°C es la temperatura óptima para el desarrollo de la avispa, pero difieren ligeramente con Arias et al. (2009) que reportó una tendencia parabólica entre el tiempo de desarrollo y la temperatura, en varias especies de avispas parasitoides de pulgones, describiendo para el género *Praon* una media de 20,26 días para completar el desarrollo a 20°C sobre *M. euphorbiae*.

Sin embargo, Reyes Vargas (2009) describió que, desde la oviposición hasta la emergencia del adulto pasaron unos 13.5 días en promedio, pero en este estudio las condiciones fueron mucho más controladas en gabinete y la temperatura constante fue de 19°C, con humedad relativa=46-60%.

Concuerdo con Zamani et al. (2007) en el porcentaje de mortalidad pupal, del 10%, aunque el antecedente reporta alrededor del 7%, sin embargo, la muestra considerada en el estudio de Zamani fue de 100 individuos para cada temperatura.

### **Biología y parasitismo**

Las avispas observadas de febrero a mayo del 2022 dentro del invernadero son endoparásitos solitarios, es decir que la hembra coloca un sólo huevo dentro del hospedero (pulgón) y es la larva quien se alimenta del hospedero, lo inmoviliza paulatinamente, vive dentro del hospedero hasta completar su desarrollo pasando por todas sus etapas desarrollo internamente, huevo, larva, pupa y finalmente es el estado



**Figura 12.** Individuo *Praon sp.* Dentro de su pupa en momia blanca de pulgón. Puno 2022 adulto el que emerge de la momia.

La observación directa bajo el estereoscopio y el microscopio digital nos reveló que ambas especies encontradas tienen las típicas características descritas en los antecedentes, son pequeñas avispas de entre 2-4mm con cuerpo alargado y con el abdomen ligeramente marrón.

También pudimos observar el aspecto alargado del abdomen que usan para el parasitismo con el ovopositor corto en su extremo, y las antenas del tipo filiforme con 14-16 segmentos en la antena.



**Figura 13.** Avispa con alas extendidas, a punto de tomar vuelo. Puno 2022

Observamos que la forma de parasitismo es, inspeccionar primero al áfido con las antenas, si la hembra decide parasitar, dobla su abdomen ventralmente para acercar el ovipositor al cuerpo del hospedero.



**Figura 14.** Momento del parasitismo, avispa parasitando pulgón. Puno 2022

Para el género *Praon*, se tiene una característica muy importante, y es que luego de parasitar a su hospedero, se genera una especie de tela de araña de color blanco debajo



de la momia, esta generada por la larva durante su desarrollo con el fin de poder empupar en este espacio, bien pegado a la hoja. Para el género *Aphidius* tenemos características diferentes en las momias, éstas son de color dorado o marrón, de forma globosa ya que la pupa se desarrolla dentro de la momia del hospedero.

Coincido con Kavallieratos et al. (2008), en la descripción de los colores y el pequeño tamaño, de 2 a 4mm. La forma de parasitismo de ambas especies, coincide con lo descrito por Redolfi de Huiza (1994) para la subfamilia *Aphidiinae* y para el género *Praon*, sobre la forma de endoparasitismo koinobionte solitario. Prado et al. (2015) reportaron también como endoparásitos solitarios a las avispas del género *Praon*. Michelena-Saval&González-Funes (1987) hacen lo propio con el género *Aphidius*, describiendo a las avispas como endoparásitos de pulgones con desarrollo pupal interno, teniendo como hospederos a *M. persicae*.

Concuerdo con Martínez et al. (2013) con que es el adulto es el que emerge de la momia, completando todo su desarrollo internamente, con la particularidad del género *Praon* que empupa fuera de la momia, pero sigue formando una sólo estructura con esta. Y coincido de igual manera con Zumoffen et al. (2015) en cuanto a las momias de color doradas y de forma globosa del género *Aphidius*.

#### 4.2. DETERMINACIÓN DE LA EFICIENCIA DE PARASITISMO DE LA AVISPA PARASITOIDE DE LA FAMILIA BRACONIDAE

El número de momias colectadas en el invernadero de febrero a mayo del 2022, variaron significativamente de una planta a otra. En algunas plantas se observaron momias recién en el mes de abril, dando evidencia de infestación dos meses después de la inoculación con la plaga. Dos plantas presentaron evidencias de infestación hasta el mes de mayo, por lo que la población inicial de pulgones varió en cada planta y en cada mes.

En las plantas que presentaron evidencia de infestación, los pulgones aparecieron desde el segundo subperiodo fenológico descrito por Confalone et al. (2011), desde la emergencia dentro de los 15 días hasta la maduración, observando una mayor cantidad de pulgones durante el subperiodo de floración, antes de la formación de las primeras vainas.

**Tabla 9.** Número de plantas infestadas de febrero a mayo

<u>Mes</u>	<u>Número de plantas infestadas</u>
<b>Febrero</b>	7
<b>Marzo</b>	1
<b>Abril</b>	11
<b>Mayo</b>	2
<b>Total</b>	21

Se hallaron más momias en los meses en que había mayor densidad poblacional de la plaga, por un mayor número de plantas infestadas. El estudio de Mazzitelli et al. (2018) mostró que el número de pulgones parasitados crece con el aumento de la población de la plaga. Se hallaron dos tipos de momias, lo que nos dice que hubo al menos dos géneros de avispa parasitoides.

**Tabla 10.** Número de momias encontradas por planta de haba de febrero a mayo 2022

Hospedero	N° de momias de <i>Aphidius sp.</i>	N° de momias de <i>Praon sp.</i>	Total
1	5	5	10
2	4	2	6
3	2	1	3
4	5	1	6
5	2	3	5
6	0	4	4
7	7	11	18
8	2	4	6
9	1	4	5
10	8	7	15
11	0	10	10
12	4	4	8
13	1	14	15
14	23	17	40
15	4	3	7
16	3	4	7
17	18	7	25
18	3	10	13
19	1	12	13
20	1	2	3
21	5	8	13

Fuente: Fichas de registro diario. Elaboración propia

Las avispas parasitaron los pulgones casi de forma instantánea en las plantas que presentaron evidencia de infestación. Durante la primera semana se observó la aparición de un pulgón en una planta durante el subperiodo fenológico de emergencia, y dentro de un par de días apareció parasitado en forma de momia blanca. Sin embargo, varias plantas no llegaron a ser infestadas al mismo tiempo, se observaron muchos de los pulgones inoculados a la planta muertos en la tierra de la maceta, muertos o sin movimiento. Se observó la mayor densidad poblacional de pulgones entre abril y mayo.

Este comportamiento parasitoide coincide con Pasandideh et al. (2015a) que describieron que el género *Paron* es un importante parasitoide de pulgones. Así mismo,

coincido con Tazerouni et al. (2016b) con que las avispa parasitan *M. persicae*, constituyéndose su controlador biológico.

Esto coincide con lo descrito por (Pasandideh et al., 2015a) que sugiere que las avispa Braconidae parasitan pulgones de forma natural, en gran diversidad de cultivos porque son sus enemigos naturales, y con Vilca&Reyes (1999) que halló esta misma relación parasitoide-hospedero que, a mayor cantidad de hospederos, mayor cantidad de pulgones parasitados, en Ancash, Perú.

**Tabla 11.** Número de pulgones parasitados (febrero – mayo)

Mes	Momia marrón ( <i>Aphidius sp.</i> )	Momia blanca ( <i>Praon sp.</i> )	Momia de pulgón alado ( <i>Praon sp.</i> )	<b>Total</b>
Febrero	1	6	2	9
Marzo	16	21	17	54
Abril	39	36	5	80
Mayo	43	38	8	89
Total	99	101	32	232
Porcentaje	42.67%	43.53%	13.79%	100%

Fuente: Ficha de registro diario, elaboración propia.

Se hallaron un total de 232 momias en los 21 hospederos, 99 momias marrones, 101 momias blancas y 32 momias de pulgones alados; considerando que todos los pulgones alados eran momias blancas, estas suman un total de 133 momias, siendo más abundante el género *Praon* que el género *Aphidius*.

Mazzitelli et al. (2018) reportaron que, entre nueve especies de parasitoides Braconidae, *Aphidius* tuvo una mayor abundancia con respecto a *Praon* y a los otros géneros presentes. López-Gutiérrez et al. (2016) hallaron 20 veces más momias del



género *Praon* en comparación con *Aphidius*, aunque su estudio incluye otros 3 géneros más, *Praon* es el segundo género que más parasitó y *Aphidius* parasitó mucho menos. En el presente estudio se hallaron sólo dos géneros, lo que explicaría que *Aphidius* parasite el 42.67% al no tener mayor competencia, pero *Praon* sigue siendo el de mayor porcentaje de parasitismo con el 57.32%.

El presente estudio permitió conocer la dinámica de parasitismo de las avispas de la familia Braconidae, observando que la mayoría de pulgones parasitados fueron de un tamaño mediano. No se hallaron momias de los pulgones más grandes, sino más bien, de un estadio intermedio, lo cual difiere de Lin & Ives, (2003), probablemente por la característica del género, pues en cuanto al género *Praon*, este estudio coincide con Pasandideh et al., (2015b) que describe en su estudio que este género no parasitó pulgones adultos. Saeed et al. (2018) reportaron que, a mayor número de especies de hospederos disponibles, el nivel de parasitismo es menor. En suma, las avispas Braconidae parasitan, preferentemente estadios intermedios de áfidos, y descartan los estadios más tempranos y de menor tamaño, así como también los estadios más tardíos y de mayor tamaño. Gerling et al., (1990) explica de mejor manera esta preferencia en el parasitismo, pues hay la posibilidad de que áfidos de mayor tamaño y de mayor estadio, pueden tener comportamientos de escape y defensa frente al parasitoide, como escapar del mismo o sacudirse, por esta razón, la preferencia es mucho menor en pulgones de mayor tamaño y estadio más avanzado.

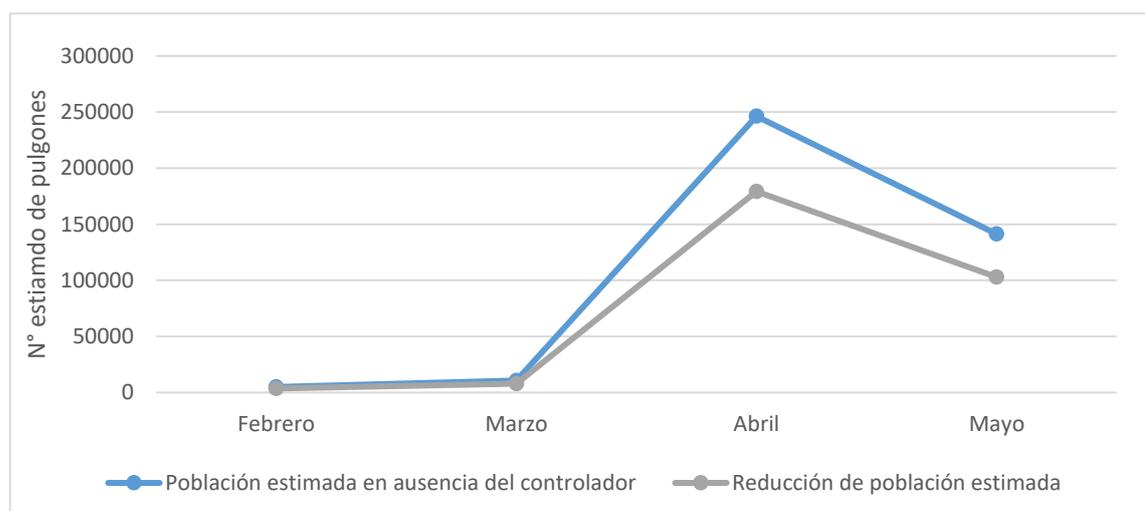
**Tabla 12.** Frecuencias de momias halladas por planta

Frecuencia	
N	Válido
	21
<b>Media</b>	11.04
<b>Mínimo</b>	3.00
<b>Máximo</b>	40.00
<b>Suma</b>	232.00

Fuente: ficha de registro diario, elaboración propia

En la Tabla 12 encontramos las frecuencias de las momias halladas por planta de febrero a mayo del 2022, siendo el límite máximo=40, y el mínimo=3, y la media de 11, esto significa que no todas las plantas fueron infestadas completamente por la plaga de áfidos debido, probablemente a que las plantas han desarrollado resistencia a la plaga, así como pueden desarrollar resistencia a otras enfermedades como la mancha marrón causada por *Acochyta*, en base a ciertos genes que proporcionan esta resistencia identificados en el trabajo de Ocaña-Moral et al. (2015), y se corrobora con lo propuesto por Quispe (2011) de que existe resistencia a plagas y enfermedades si se usa una semilla de calidad.

### Porcentaje de parasitismo



**Figura 15.** Gráfico de eficiencia de parasitismo, población estimada vs población reducida.

Se estimó una población de 5986 individuos de pulgón para el mes de febrero, 10784 individuos para el mes de marzo, 246222 individuos en total para el mes de abril y 141428 para el mes de mayo, haciendo un total de 403411 individuos potencialmente nacidos de febrero a mayo del 2022 bajo las condiciones semi controladas y temperatura casi constante de 23°C. Se estimó la población de pulgones no nacidos en base a los 232 pulgones parasitados hallados también entre las 21 plantas de haba, que suman 109750.5, lo que representa el 27% de la población de pulgones estimada en ausencia del controlador biológico.

**Tabla 13.** Eficiencia de parasitismo estimada de febrero a mayo. Puno 2022

	Población estimada de áfidos (individuos)
<b>Febrero</b>	4986.7
<b>Marzo</b>	10784
<b>Abril</b>	246222
<b>Mayo</b>	141418
<b>Suma</b>	<b>403411</b>
<b>Reducción estimada por parasitismo</b>	<b>109750.5</b>
<b>Porcentaje reducido</b>	<b>27.206%</b>

La investigación permitió conocer el porcentaje de parasitismo dentro del invernadero a 23°C casi constantes en los meses de febrero a mayo del 2022 en la ciudad de Puno a 3815msnm para los géneros *Praon* y *Aphidius* de la familia Braconidae. Mazzitelli et al. (2018) describió un 20% de parasitismo para los mismos géneros a una altura media de 657msnm. Zamani et al., (2007) reportó entre 47 y 59% de parasitismo para el género *Aphidius* a una temperatura media de 25°C. López-Gutiérrez et al. (2016) halló un 58.6% de parasitismo con 5 géneros diferentes de avispas parasitoides. Van Driesche et al. (2008) reportó un 88% de parasitismo, que dista grandemente con el 27% de esta investigación, pero este 88% de parasitismo incluyó el uso de plantas banker.

Sampaio et al. (2007) afirmó que la temperatura afecta el desarrollo y desenvolvimiento en la plaga como en el parasitoide. Esto se ve reflejado en las



diferencias entre los antecedentes y el presente estudio que describen porcentajes muy distintos, en diferentes condiciones y porcentajes un poco más similares en condiciones de temperatura más parecidas.

Elliott et al. (1994) que afirmaron que la eficiencia puede variar dependiendo de la especie de áfido a la que se parasita. López-Gutiérrez et al. (2016) reportaron casi un 60% de parasitismo para *Aphidius* y *Praon*, entre otros 3 géneros más de avispa parasitoides Braconidae, a una temperatura media de 20.5C° sobre el pulgón amarillo *Melanaphis sacchari*.

#### **4.3. DETERMINACIÓN DE LA TAXONOMÍA DE LA AVISPA PARASITOIDE DE LA FAMILIA BRACONIDAE**

En las momias colectadas de febrero a mayo del 2022 se identificaron dos géneros: *Praon* cuya característica de parasitismo es una momia blanca semi esférica cubierta con una pulverulencia blanca, con la pupa en la parte inferior y momia pegada a la hoja; el otro género identificado fue *Aphidius*, que evidencian momias de color dorado o marrón, de forma esférica y globosa.

##### **Género *Praon***

Se observó un cuerpo alargado, típico del orden himenóptera, con cabeza, tórax y abdomen, 2 pares de alas, 3 pares de patas y abdomen de color marrón o amarillo oscuro, tórax, cabeza y antenas de color negro y de forma filiforme. Se observaron 8 segmentos del de un abdomen voluminoso y con el ovipositor corto al final del mismo, de color gris o negro claro. Se presume que es una hembra por estas características. Se contabilizaron 15 segmentos a la antena observada bajo el microscopio digital, antena de forma filiforme,

un poco más larga que la cabeza y tórax juntos, cabeza de forma triangular, masticador chupador.

La venación alar presenta las venas juntas Sc+R+Rs al lado de la vena C que llegan al pterostigma en forma de embudo, la vena 2r-rs que sale de parte inferior del pterostigma pasa sobre la primera celda sub-marginal, sigue hasta extremo del ala, pero sólo como un trazo por un poco más de mitad, la primera celda sub-marginal está abierta al igual que la segunda celda discal. Este género evidencia momias de color blanco semiesféricas, con una especie de telaraña debajo de la momia, que es la pupa a la que descende la larva para terminar su desarrollo hasta el momento de la emergencia al exterior, esta pupa está pega a la hoja.



**Figura 16.** Vista lateral de avispa del género Praon bajo el estereoscopio. Puno 2022



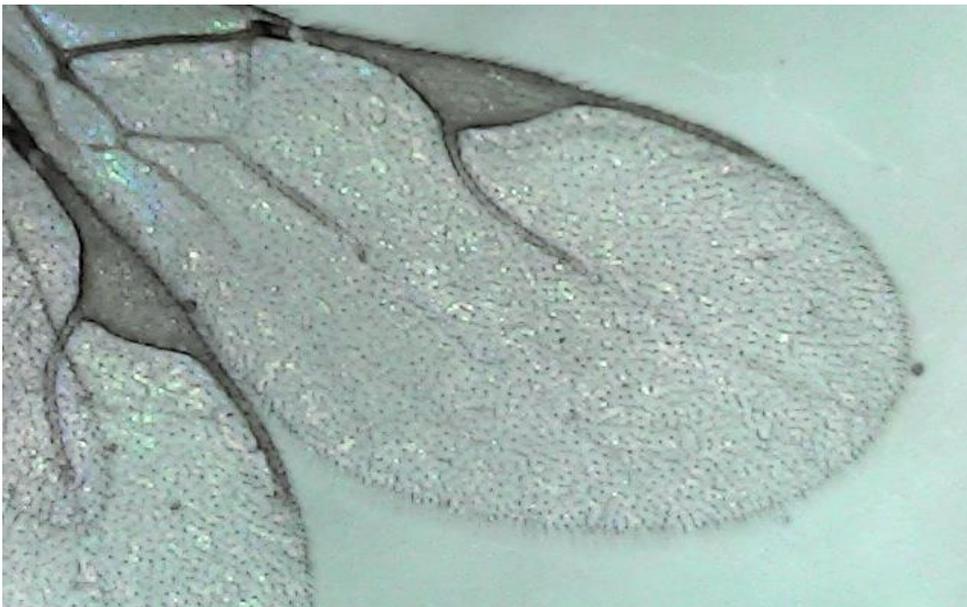
**Figura 18.** Vista lateral de abdomen de la avispa (*Praon* sp.) donde se diferencia el ovipositor en el extremo del mismo. Puno 2022



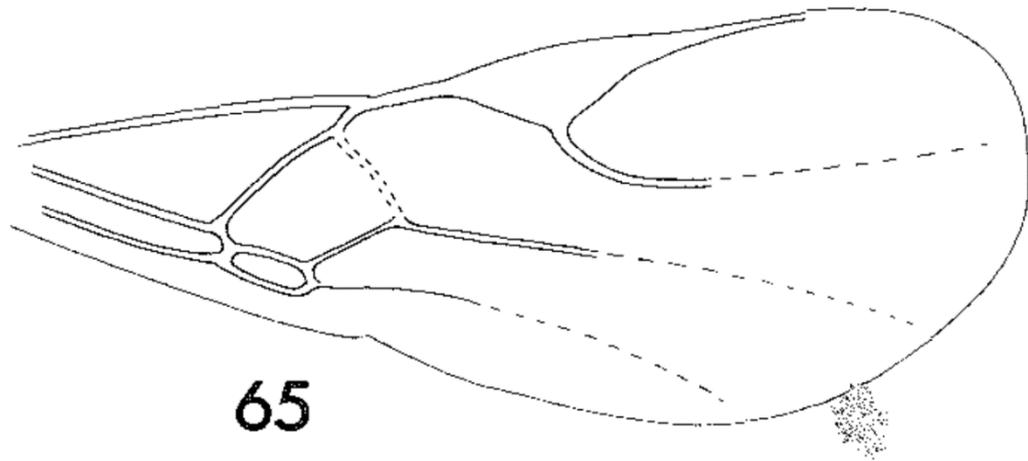
**Figura 17.** Momias blancas del género *Praon*, con pupa debajo del cuerpo de la momia de consistencia algodonosa. Puno 2022



**Figura 20.** Tórax, cabeza y antenas de *Praon* sp. Puno 2022



**Figura 19.** Venación alar, género *Praon*, aumento 800x. espécimen hallado en el invernadero. Puno 2022



**Figura 21.** Dibujo del arquetipo de venación alar del ala anterior del género *Praon* propuesto por Shaw & Huddleston (1991).

La presente investigación permitió identificar al género *Praon* en la zona de estudio, al sur del Perú en la región de Puno, a 3815msnm. Redolfi&Ortiz (1980) reportaron este género, con poco detalle, hacia la costa del Perú.

Coincido con Kavallieratos et al., (2008) en que estas avispas son muy pequeñas (2-4mm) y que tienen un color ligeramente marrón, y con un ovipositor corto, apenas visible, tal y como se observó bajo el estereoscopio.

En cuanto a los segmentos antenales Shaw & Huddleston, (1991) sugieren 11 segmentos, a diferencia de los 15 observados, sin embargo, los 15 segmentos observados incluyen el pedicelo y el escapo, partes de la antena que Shaw pudo no tomar en cuenta, además de que su descripción es para la familia en general, por lo que puede haber diferencias entre géneros y especies.

En cuanto a la venación el dibujo de venación alar propuesto por Shaw & Huddleston, (1991) coincide con la venación alar observada del espécimen colectado en el invernadero, celda marginal abierta, segunda celda discal abierta y resaltando que la



primera celda sub-marginal, formada por las venas  $R_{s+M}$ ,  $2r-rs$  y el pterostigma en la parte superior, está abierta, diferenciado así al género *Praon* del género *Aphidius*

Esto mismo coincide con Pasandideh et al. (2015a) que en su estudio se encontraron con esta misma característica para el género *Praon*, las momias son blancas con pupa blanca algodonosa debajo de la momia, en donde la larva se desplaza hacia la pupa que crea debajo de la momia y empupa dentro de esta, y es de acá de donde emerge, saliendo directamente al exterior o regresando a la momia y saliendo de esta. Así mismo, esta estructura de la pupa permite que la momia se quede pegada a la hoja.

### **Género *Aphidius***

Cabeza, tórax y abdomen de color negro o marrón muy oscuro, patas de color amarillo y abdomen pequeño, no se observa ovipositor, posiblemente macho. Presenta 13 segmentos en la antena larga de forma filiforme con el escapo en el extremo, este espécimen en particular tenía una malformación en el séptimo segmento de una antena y se observa la falta del escapo en la otra antena.

Venación alar, se observa la primera celda sub-marginal cerrada por la  $1R_s$ , celda marginal abierta, segunda celda discal abierta, venas  $Sc+R+R_s$  juntas, seguidas por el pterostigma y unidos a la vena  $1M$ . Del pterostigma, en su parte inferior sale la  $2r-rs$ , se une con la  $1R_s$  cerrando la primera celda sub-marginal, luego se transforma en la  $3R_s$  que va hasta el extremo del ala, pero sólo a forma de trazo por  $4/5$  de su largo total.

Momia de color dorado o marrón, de forma esférica y globosa por el desarrollo de la larva y la pupa en la parte interior de la momia, lo que le da mayor volumen que la momia blanca. No se encuentra pegada más allá de la adherencia que proporcionó el mismo pulgón antes del parasitismo.



**Figura 22.** Cabeza, antenas y parte del tórax *Aphis sp.* espécimen hallado en el invernadero. Puno 2022



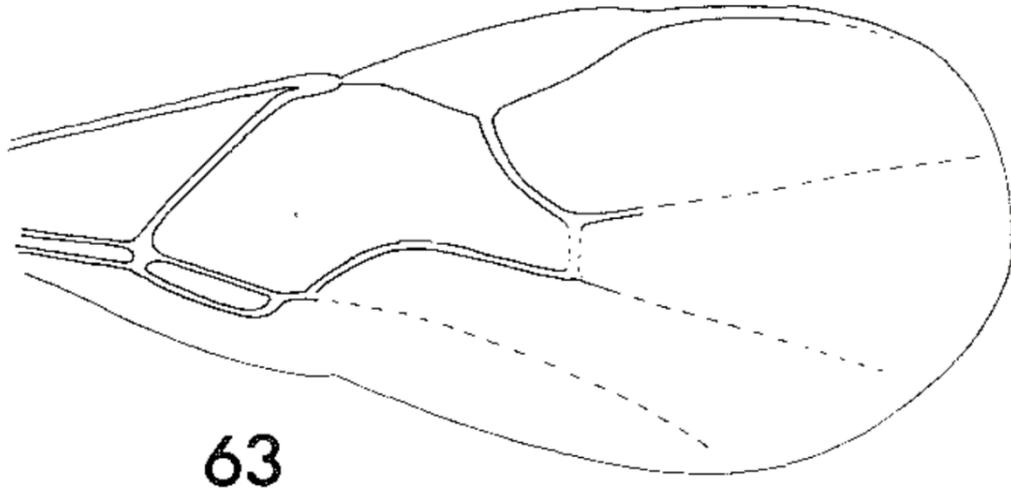
**Figura 23.** Cabeza, antenas y parte del tórax *Aphidus sp.* Espécimen hallado en el invernadero. Puno 2022



**Figura 24.** Momia dorada de aspecto globoso del género *Aphidius* hallada en el invernadero. Puno 2022



**Figura 25.** Foto de venación alar, ala anterior género *Aphidius* con aumento de 800x de espécimen hallado en el invernadero. Puno 2022



**Figura 26.** Dibujo que muestra el arquetipo de venación alar del ala anterior de una avispa del género *Aphidius* propuesto por Shaw & Huddleston (1991).

Pudimos identificar también al género *Aphidius* en la zona de Puno, al sur del Perú a 3815msnm. Redolfi&Ortiz (1980) reportaron dos especies del género *Aphidius* en la costa del Perú, haciendo mención también del género *Praon*, aunque con menor detalle.

Coincido con Shaw et al., (1991) aunque describe 11 segmentos para las antenas del género *Aphidius*, el número de segmentos es variable entre las diferentes especies pertenecientes al género.

De la misma manera en cuanto al dibujo propuesto por Shaw et al., (1991) sobre la venación alar, en contraste con su dibujo, se aprecia la primera celda sub-marginal cerrada por las venas 2r-rs, la 1rs y la 1m-cu, la curvatura de esta última y la forma de trazo de las venas 3Rs, 3M y 3Cu.

Coincido con Zumoffen et al., (2015) en la forma y color de las momias, este aspecto globoso y de aparente mayor tamaño que la momia blanca, se debe a que la pupación es interna, dentro de la momia del pulgón, y no fuera como en el género *Praon*.



Estos hallazgos, para ambos géneros coinciden y amplían lo descrito por Zela Uscamayta, (2016) que halló micro avispas de la familia Braconidae en trampas de color para el control de plagas en cultivos de hortalizas en Jayllihuaya, en Puno. Aunque no describe los géneros o especies, coincide con la presencia de avispas parasitoides de la familia en la zona sur del Perú.



## V. CONCLUSIONES

- El tiempo de vida promedio fue de 22 días dentro del hospedero hasta la emergencia del adulto de un total de 20 momias, con una supervivencia pupal del 90%, son parasitoides activos que atacan de manera natural y tienen preferencia a hospederos de estadios previos al estadio adulto.
- La eficiencia de parasitismo es del 27% a una temperatura media de 23°C en un ambiente semi controlado, logrando una buena reducción en la densidad poblacional de pulgones.
- La identificación taxonómica se realizó por comparación del arquetipo de venación alar y las características morfológicas de las antenas, lográndose determinar a los géneros *Praon* y *Aphidius*, de la familia Braconidae.



## VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda que las futuras investigaciones relacionen los factores ambientales influyentes en el proceso de parasitismo sobre los pulgones considerando las diferencias entre una especie a otra.
- Realizar estudios más a fondo para mejorar el método de crianza para la liberación de la avispa parasitoide como controlador biológico a nivel de campo.
- Se recomienda realizar estudios a nivel molecular para la identificación taxonómica de las especies presentes en nuestra región.



## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arias, D., Cantor, F., Cure, J. R., & Rodríguez, D. (2009). Biología y ciclo reproductivo de *Praon pos. occidentale* (Hymenoptera: Braconidae) parasitoide de *Macrosiphum euphorbiae* (Hemiptera:Aphididae). *Agronomía Colombiana*, 27(3), 375-383.  
[http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0120-99652009000300011&lng=en&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-99652009000300011&lng=en&nrm=iso&tlng=es)
- Barlow, C. A. (1962). *The influence of temperature on the growth of experimental populations of Myzus persicae (Sulzer) and Macrosiphum euphorbiae (Thomas) (aphididae)*. [www.nrcresearchpress.com](http://www.nrcresearchpress.com)
- Benassy, C. (1977). Lucha biológica e integrada en la protección de plantas. *Bol. Serv. Plagas*, 3, 75-86.
- Broad, G. R., Shaw, M. R., & Godfray, H. C. J. (2016). Checklist of British and Irish Hymenoptera - Braconidae. *Biodiversity Data Journal*, 4(1).  
<https://doi.org/10.3897/BDJ.4.E8151>
- Campos M., D. F. (2001). Lista de los géneros de avispas parasitoides Braconidae (Hymenoptera: Ichneumonoidea) de la región Neotropical. *revistas.humboldt.org.co*, 2(3), 193-232.  
<http://revistas.humboldt.org.co/index.php/biota/article/download/100/100>
- Capinera, J. L. (2001). Green peach aphid, *Myzus persicae* (Sulzer)(Insecta: Hemiptera: Aphididae). *University of Florida IFAS Extension*.  
<https://journals.flvc.org/edis/article/download/111002/106195/>



- Confalone, A., Lizaso, J., Ruíz, B., & Sau, F. (2011). *Modelización de la fenología del haba cv. Alameda*.
- Cortez, J. C. O. (2017). Producción de biomasa de Haba (*Vicia faba* L.) para abono verde bajo tres densidades de plantación en el Centro Experimental Cota Cota: Jonhy Cesar Oliver Cortez. *Apthapi*, 3(1), 39-49.  
<https://apthapi.umsa.bo/index.php/ATP/article/view/158>
- Cruz-Izquierdo, S., Jacinto Hernández, C., & Lobato Ortiz, R. (2013). Avances de Investigación 2012. Postgrado en Recursos Genéticos y Productividad - Genética. En *Avances de Investigación 2012. Postgrado en Recursos Genéticos y Productividad - Genética* (pp. 43-46). [www.colpos.mx](http://www.colpos.mx)
- DeBach, P. (1968). Control biológico de las plagas de insectos y malas hierbas. En *Editorial Continental México*. Biblioteca Hernán Malo González.  
<https://biblioteca.uazuay.edu.ec/buscar/item/15337>
- DeBach, P., & Rosen, D. (1991). Biological control by natural enemies. *International Institute of Biological Control*.
- Dhull, S. B., Kidwai, M. K., Noor, R., Chawla, P., & Rose, P. K. (2022). A review of nutritional profile and processing of faba bean (*Vicia faba* L.). En *Legume Science* (Vol. 4, Número 3). John Wiley and Sons Inc. <https://doi.org/10.1002/leg3.129>
- Dosdall, L. M., & Mason, P. G. (2010). Key pests and parasitoids of oilseed rape or canola in North America and the importance of parasitoids in integrated management. *Biocontrol-Based Integrated Management of Oilseed Rape Pests*, 167-213.  
[https://doi.org/10.1007/978-90-481-3983-5\\_6/COVER](https://doi.org/10.1007/978-90-481-3983-5_6/COVER)



- Elliott, N. C., French, B. W., Burd, J. D., Kindler, S. D., & Reed, D. K. (1994). Parasitism, adult emergence, sex ratio, and size of *Aphidius colemani* (Hymenoptera: Aphidiidae) on several aphid species. *Great Lakes Entomologist*, 27(3), 137-142.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). (2016). *Glosario de términos fitosanitarios*. Glosario de términos fitosanitarios NIMF 5. <https://www.fao.org/3/W3587E/w3587e03.htm>
- Gerling, D., Roitberg, B. D., & Mackauer, M. (1990). Instar-specific defense of the pea aphid, *Acyrtosiphon pisum*: Influence on oviposition success of the parasite *Aphelinus asychis* (Hymenoptera: Aphelinidae). *Journal of Insect Behavior*, 3(4), 501-514. <https://doi.org/10.1007/BF01052014/METRICS>
- Godfray, H., & Godfray, H. (1994). *Parasitoids: behavioral and evolutionary ecology*. [https://books.google.com/books?hl=es&lr=&id=B1ZxjLyGQiQC&oi=fnd&pg=PA103&dq=%22Godfray,+H.+C.+J.%22+%22Parasitoids%22&ots=o\\_8RmsyxMt&sig=9AXAj\\_LIBz4rgfKz5-2ttDmXj88](https://books.google.com/books?hl=es&lr=&id=B1ZxjLyGQiQC&oi=fnd&pg=PA103&dq=%22Godfray,+H.+C.+J.%22+%22Parasitoids%22&ots=o_8RmsyxMt&sig=9AXAj_LIBz4rgfKz5-2ttDmXj88)
- González Torres, R., González Segnana, L. R., Arias, O. R., & Ramírez de López, M. B. (2018). Enemigos naturales de áfidos (Hemíptera: Aphididae) presentes en zonas productoras de trigo en Paraguay. *Investigación Agraria*, 20(1), 78-83. <https://doi.org/10.18004/investig.agrar.2018.junio.78-83>
- Guevara Peña, J. (2017). Identificación de áfidos en cultivos de Vicia faba en dos localidades: Zurite y Yucay - región Cusco. *Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco*. <https://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/20.500.12918/2690>
- Hermoso, A., Mendoza, D. E., Ballester-Olmos, J. F., Navarro, L., & Pina, J. A. (1994). Transmisión del virus del Vein Enation de los cítricos de manera persistente por



- Aphis gossypii* y *Myzus persicae* (homoptera, aphididae). *electronico*, *Fuera de serie n° 2*, 99-103. <https://redivia.gva.es/handle/20.500.11939/8326>
- Horque Ferro, R. (2004). *Cultivo del Haba*. Instituto Nacional de Innovación Agraria.
- ITIS - Report: Aphidius*. (2023). <https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt#null>
- ITIS - Report: Praon*. (2023). <https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt#null>
- Jones, O. R., Purvis, A., Baumgart, E., & Quicke, D. L. J. (2009). Using taxonomic revision data to estimate the geographic and taxonomic distribution of undescribed species richness in the Braconidae (Hymenoptera: Ichneumonoidea). *Insect Conservation and Diversity*, 2(3), 204-212. <https://doi.org/10.1111/j.1752-4598.2009.00057.x>
- Kavallieratos, N. G., Tomanović, Ž., Starý, P., & Bogdanović, A. M. (2008). Parasitoids (Hymenoptera: Braconidae: Aphidiinae) attacking aphids feeding on Prunoideae and Maloideae crops in Southeast Europe: aphidiine-aphid-plant associations and key. *Zootaxa*, 1793(1), 47–64-47–64. <https://doi.org/10.11646/ZOOTAXA.1793.1.3>
- Kennedy, J. S., Day, M. F., & Eastop, V. F. (1962). A conspectus of aphids as vectors of plant viruses. *A conspectus of aphids as vectors of plant viruses*.
- Lin, L. A., & Ives, A. R. (2003). The effect of parasitoid host-size preference on host population growth rates: An example of *Aphidius colemani* and *Aphis glycines*. *Ecological Entomology*, 28(5), 542-550. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2311.2003.00536.x>
- López-Gutiérrez, D. R., Darío Salas-Araiza, M., Alejandro Martínez-Jaime, O., & Salazar-Solís, E. (2016). Géneros de Aphidiidae (Hymenoptera) parasitando al



- pulgón amarillo de la caña de azúcar *Melanaphis sacchari* Zehntner, 1897 (Hemiptera: Aphididae) en. *Entomología Mexicana*, 3, 365-368.  
<http://www.acaentmex.org/entomologia/revista/2016/EA/Em%20365-368.pdf>
- Martínez, M. de los Á., Duarte, L., & Ceballos, M. (2013). Biología y tabla de vida vertical de *Diaeretiella rapae* McIntosh en condiciones de laboratorio. *Revista de Protección Vegetal*, 28(1), 23-26.  
[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1010-27522013000100003&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1010-27522013000100003&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
- Mazzitelli, M. E., Aquino, D. A., Gallardo, F. E., Reche, V. A., & Ricci, E. M. (2018). Diversidad de parasitoides primarios y secundarios del pulgón *Myzus persicae* (Hemiptera, Aphididae) en el duraznero *Prunus persica* (Rosales, Rosaceae) en la provincia de Mendoza, Argentina. *Arxius de Miscel·lània Zoològica*, 16, 173-183.  
<https://doi.org/10.32800/AMZ.2018.16.0173>
- Meza Juarez, J. (2018). *Evaluacion de insecticidas orgánicos y químicos para el control del pulgon negro (Aphis fabae S.) en el cultivo de haba (Vicia faba L.) en san mateo atenco, edo. De méxico*. Universidad Autónoma de México.
- Michelena-Saval, J. M., & González-Funes, P. (1987). Contribución al conocimiento de la familia Aphidiidae (Hymenoptera) en España. I *Aphidius* Nees. *Eos*, 63, 115-131.  
<https://digital.csic.es/handle/10261/171629>
- Montalvo, M., Quispe, J., & Página, C. (2011). *Manual de Manejo y control integrado de plagas y enfermedades en Haba Dirección regional Agraria Puno Dirección de Promoción Agraria Agencia Agraria Yunguyo*.



- Nicholls, C. I., & Altieri, M. A. (2004). Agroecological bases of ecological engineering for pest management. *Ecological engineering for pest management: advances in habitat manipulation for arthropods*, 33-54.
- Ocaña-Moral, S., Seoane, P., Gonzalo Claros, M., Bautista, R., Madrid, E., & Torres, A. M. (2015). Análisis de la expresión diferencial de cDNAs y mapeo de genes candidatos para saturar QTLs de resistencia a *Ascochyta* en habas (*Vicia faba* L.). *XL Congreso de la Sociedad Española de Genética*.  
<https://digital.csic.es/handle/10261/161126>
- Ortiz, M. S. (1980). Aphididae (Homoptera) from the forest edge: Tingo Maria (Huanuco-Peru). *Revista Peruana de Entomología*, 23(1), 119-120.
- Parker, B. L., Booth, R. H., & Bryan, J. (1983). *Methamidophos, salithion, phenthoate, and r&h 09941 for control of myzus persicae (sulzer) on tubers in peru.*
- Pasandideh, A., Talebi, A. A., Hajiqanbar, H., & Tazerouni, Z. (2015a). Host stage preference and age-specific functional response of *Praon volucre* (Hymenoptera: Braconidae, Aphidiinae) a parasitoid of *Acyrtosiphon pisum* (Hemiptera: Aphididae). *Journal of Crop Protection*, 4(4), 563-575.  
<http://jcp.modares.ac.ir/article-3-243-en.html>
- Pasandideh, A., Talebi, A. A., Hajiqanbar, H., & Tazerouni, Z. (2015b). Host stage preference and age-specific functional response of *Praon volucre* (Hymenoptera: Braconidae, Aphidiinae) a parasitoid of *Acyrtosiphon pisum* (Hemiptera: Aphididae). *Journal of Crop Protection*, 4(4), 563-575.  
<http://jcp.modares.ac.ir/article-3-243-en.html>



- Peris-Felipo, F. J., & A. Belokobylskij, S. (2016). Avispas parasitoides de la familia Braconidae en ambientes subterráneos. *Actas Congreso de Espeleología "EspeleoMeeting Ciudad de Villacarrillo"*, 1, 45-48.
- Prado, S. G., Jandricic, S. E., & Frank, S. D. (2015). Ecological Interactions Affecting the Efficacy of *Aphidius colemani* in Greenhouse Crops. *Insects 2015, Vol. 6, Pages 538-575*, 6(2), 538-575. <https://doi.org/10.3390/INSECTS6020538>
- Quispe Chambilla, M. J. (2011). Manual de manejo y control integrado de plagas y enfermedades en haba. *Dirección regional agraria puno*.
- Raman, K. V., & Midmore, D. J. (1983). Efficacy of insecticides against major insect pests of potatoes in hot climates of Peru. En *CROP PROTECTION* (Vol. 2, Número 4).
- Redolfi de Huiza, I. (1994). Diversidad de Braconidae (Hymenoptera) en el Perú. En *Revista Peruana de Entomología* (Vol. 37, p. 15).
- Redolfi de Huiza, I., & Ortiz P., M. S. (1980). Algunos Aphidinae (Hymenopt.:Braconidae) parasitoides de áfidos (Homopt.: Aphididae) en el Perú. *Revista Peruana de Entomología*, 23(1), 129-132.
- Reyes Vargas, E. V. (2009). *Ciclo biológico y cría de (Aphidius colemani) parasitoide escuela superior politécnica de Chimborazo*. escuela superior politécnica de Chimborazo.
- Rojas Torres, C. (2020). *Efectos de la infestación de pulgones y de condiciones medioambientales sobre la liberación de néctar extrafloral de Vicia faba L*. Talca Universidad Chile.



- Saeed, M. M., Raza, A. B. M., Afzal, M., Aqueel, A., Farooq, M., & Hance, T. (2018). Presence of less-preferred hosts of the aphid parasitoids *Aphidius ervi* and *Praon volucre* reduces parasitism efficiency. *Phytoparasitica*, 46(1), 89-96. <https://doi.org/10.1007/s12600-018-0637-y>
- Sampaio, M. V., Bueno, V. H. P., Rodrigues, S. M. M., Soglia, M. C. M., & De Conti, B. F. (2007). Desenvolvimento de *Aphidius colemani* Viereck (Hymenoptera: Braconidae, Aphidiinae) e alterações causadas pelo parasitismo no hospedeiro *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae) em diferentes temperaturas. *Neotropical Entomology*, 36(3), 436-444. <https://doi.org/10.1590/s1519-566x2007000300012>
- Santos, M., Dianez, F., De Cara, M., & Camacho-Ferre, F. (2010). Control biológico de plagas y enfermedades. Un encuadre crítico. *Cuadernos De Estudios Agroalimentarios*, 61-72. <https://www.researchgate.net/publication/259810979>
- Shaw, M. R., & Huddleston, T. (1991). Classification and biology of braconid wasps. *Classification and biology of braconid wasps.*, 7(11).
- Tazerouni, Z., Talebi, A. A., Fathipour, Y., & Soufbaf, M. (2016a). Age-Specific Functional Response of *Aphidius matricariae* and *Praon volucre* (Hymenoptera: Braconidae) on *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae). *Neotropical Entomology*, 45(6), 642-651. <https://doi.org/10.1007/S13744-016-0413-Y/METRICS>
- Tazerouni, Z., Talebi, A. A., Fathipour, Y., & Soufbaf, M. (2016b). Interference competition between *Aphidius matricariae* and *Praon volucre* (Hymenoptera: Braconidae) attacking two common aphid species. <http://dx.doi.org/10.1080/09583157.2016.1222352>, 26(11), 1552-1564. <https://doi.org/10.1080/09583157.2016.1222352>



- Valencia, L. (1975). Una forma roja de *Myzus persicae* Sulzer, en Papa de la Costa Central del Perú. *Revista Peruana De Entomología*, 18, 129-165.
- Van Driesche, R. G., Lyon, S., Sanderson, J. P., Bennett, K. C., Stanek, E. J., & Zhang, R. (2008). Greenhouse trials of *Aphidius colemani* (Hymenoptera: Braconidae) banker plants for control of aphids (Hemiptera: Aphididae) in greenhouse spring floral crops. *Florida Entomologist*, 91(4), 583-591. <https://doi.org/10.1653/0015-4040-91.4.583>
- Van Emden, H. F., Eastop, V. F., Hughes, R. D., & Way, M. J. (1969). The Ecology Of *Myzus Persicae*. En *Annu. Rev. Entomol* (Vol. 14). [www.annualreviews.org](http://www.annualreviews.org)
- Vilca, K., & Reyes, E. (1999). Identificación de áfidos (Homoptera:Aphididae) y sus parasitoides en el Callejón de Huaylas, Ancash, Perú. *Revista Peruana de Entomología*, 41(1), 57-60. <https://revperuentomol.com.pe/index.php/rev-peru-entomol/article/view/112>
- Yu, D. S. K. (Dicky S. K., Horstmann, Klaus., & Van Achterberg, Cornelis. (2016). *World Ichneumonoidea 2015 : taxonomy, biology, morphology and distribution*.
- Zamani, A. A., Talebi, A. A., Fathipour, Y., & Baniameri, V. (2006). Temperature-dependent functional response of two aphid parasitoids, *Aphidius colemani* and *Aphidius matricariae* (Hymenoptera: Aphidiidae), on the cotton aphid. *Journal of Pest Science*, 79(4), 183-188. <https://doi.org/10.1007/s10340-006-0132-y>
- Zamani, A. A., Talebi, A., Fathipour, Y., & Baniameri, V. (2007). Effect of temperature on life history of *Aphidius colemani* and *Aphidius matricariae* (Hymenoptera: Braconidae), two parasitoids of *Aphis gossypii* and *Myzus persicae* (Homoptera:



Aphididae). *Environmental Entomology*, 36(2), 263-271.

<https://doi.org/10.1603/0046-225X-36.2.263>

Zela Uscamayta, K. (2016). *Trampas de color para control de insectos plaga en hortalizas de hoja en el centro poblado de Jayllihuaya-puno.*

Zumoffen, L., Rodriguez, M., Gerding, M., E. Salto, C., & Salvo, A. (2015). *Plantas, áfidos y parasitoides: interacciones tróficas en agroecosistemas de la provincia de Santa Fe, Argentina y clave para la identificación de los Aphidiinae y Aphelinidae (Hymenoptera) conocidos de la región.* *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*. [http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S0373-56802015000200005&script=sci\\_abstract&tlng=en](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S0373-56802015000200005&script=sci_abstract&tlng=en)

Zumoffen, L., Rodriguez, M., Gerding, M., Salto, C. E., & Salvo, A. (2015). *Plantas, áfidos y parasitoides: interacciones tróficas en agroecosistemas de la provincia de Santa Fe, Argentina y clave para la identificación de los Aphidiinae y Aphelinidae (Hymenoptera) conocidos de la región.* *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*, 74, 133-144. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=322043152005>





## A-2. Ficha de registro de emergencia de la avispa adulta de la momia colectada.

---

### FICHA DE REGISTRO

Momias de pulgón colectadas en los hospederos

La fecha de eclosión se observa desde la jaula de crianza masiva

Individuo	Fecha de colecta	Fecha de eclosión	Especie	Observación
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				

### A-3. Fotografías del proceso de investigación, en el invernadero y en gabinete.



**Figura 27.** Foto de la vista exterior del invernadero construido.



**Figura 28.** Foto del interior del invernadero donde se aprecia la ventana de ventilación y algunas macetas.



**Figura 29.** Semilla de haba en agua para la germinación.



**Figura 30.** Plantas de haba en el invernadero, antes de la floración, crecimiento de brotes.



**Figura 31.** Colecta de pulgones de plantas ornamentales infestadas.



**Figura 32.** Observación de pulgones y colecta de momias de plantas de haba dentro del invernadero.



**Figura 33.** Observación de momias de pulgones parasitados.



**Figura 34.** Observación en gabinete usando el estereoscopio.



**Figura 35.** Observación y registro de la temperatura dentro del invernadero.



**A-4. Mail del Dr. Alexander Rodríguez Berrio Especialista en braconidos del museo entomológico de la Universidad Nacional Agraria La Molina. Identificación a nivel de género las muestras remitidas.**



Cesar Chavez Iglesias <cchaveziglesias@gmail.com>

---

**Remito información solicitada**

---

**Alexander Regulo Rodríguez Berrio** <arodriber@lamolina.edu.pe>  
Para: Cesar Chavez Iglesias <cchaveziglesias@gmail.com>

10 de mayo de 2023, 02:34

Saludos Cesar,

Con las fotos enviadas y de acuerdo al arquetipo de venación tenemos los siguientes resultados:

Muestras B: Corresponden al género *Praon*, su característica de parasitación sobre pulgones son momias de color blanquesino semi esférico cubiertas por una pulverulencia blanca y pegados a la hoja.

Muestra A: Corresponde al género *Aphidius*, su característica son las momias doradas esféricas, sin pulverulencia..

Atte,

Alexander Rodríguez.



## A – 5. Documento de acceso a la solicitud de facilidades del gabinete de entomología



*Universidad Nacional del Altiplano - Puno*  
**FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**

Ciudad Universitaria – Telef. 366189 – Telefax (051)368590 – Apartado Postal 291



### PROVEIDO N° 82-2021-D-FCCBB-UNA

**PARA** : **Dr. NICANOR MIGUEL BRAVO CHOQUE**  
Jefe de Laboratorio de Entomología - Facultad de Ciencias Biológicas

**ASUNTO** : Remite solicitud del egresado **JUBER CESAR AUGUSTO CHAVEZ IGLESIAS**, se sirva brindar facilidades para la ejecución de tesis de acuerdo a lo solicitado por el interesado.

**FECHA** : Puno, 02 diciembre del 2021.



**UNA**  
PUNO

Firmado digitalmente por LAURA  
CHAUCA DE MEZA Eva FAU  
20145496170 soft  
Motivo: Soy el autor del documento  
Fecha: 02.12.2021 17:06:56 -05:00

**M.Sc. EVA LAURA CHAUCA DE MEZA**  
**DECANA**



## A – 6. Constancia de ejecución de tesis

“Año de la unidad, la paz y el desarrollo”

### CONSTANCIA

EL QUE SUSCREIBE, DIRECTOR DE LA TESIS Y ESPECIALISTA EN EL AREA, DOCENTE DE LA FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO – PUNO

Por medio de la presente hace constar que:

El Sr. Juber Cesar Augusto Chavez Iglesias, identificado con DNI:70244195 egresado de la Escuela Profesional de BIOLOGÍA, con mención en ECOLOGÍA, de la Universidad Nacional del Altiplano, realizó su trabajo desde febrero del 2022 hasta octubre del 2022, concluyendo su evaluación y monitoreo de la TESIS con Título **AVISPA PARASITOIDE BRACONIDAE COMO CONTROLADOR BIOLÓGICO DE ÁFIDOS: BIOLOGÍA Y EFICACIA DE PARASITISMO EN PLANTAS DE HABA (*Vicia faba* L.)** para cuyo fin se brindó las facilidades necesarias en el gabinete de invertebrados y se le facilitó una jaula de crianza masiva de madera, el mismo que demostró responsabilidad y esmero.

Puno, 14 de junio del 2023.



Firmado digitalmente por BRAVO  
CHOQUE Nicanor Miguel FAU  
20145496170 soft  
Motivo: Soy el autor del documento  
Fecha: 14.06.2023 15:44:57 -05:00

Dr. Nicanor Miguel Bravo Choque  
Prof. Principal DE. FCCBB



## AUTORIZACIÓN PARA EL DEPÓSITO DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Por el presente documento, Yo Juber Cesar Augusto Chavez Iglesias  
identificado con DNI 702441915 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional,  Programa de Segunda Especialidad,  Programa de Maestría o Doctorado

De Biología  
informo que he elaborado el/la  Tesis o  Trabajo de Investigación para la obtención de  Grado

Título Profesional denominado:

"AVISPA PARASITOIDE BRACONÍDEA COMO CONTROLADOR BIOLÓGICO  
DE AFIIDOS: BIOLOGÍA Y EFICACIA DE PARASITISMO EN PLANTAS DE HABA"

Por medio del presente documento, afirmo y garantizo ser el legítimo, único y exclusivo titular de todos los derechos de propiedad intelectual sobre los documentos arriba mencionados, las obras, los contenidos, los productos y/o las creaciones en general (en adelante, los "Contenidos") que serán incluidos en el repositorio institucional de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

También, doy seguridad de que los contenidos entregados se encuentran libres de toda contraseña, restricción o medida tecnológica de protección, con la finalidad de permitir que se puedan leer, descargar, reproducir, distribuir, imprimir, buscar y enlazar los textos completos, sin limitación alguna.

Autorizo a la Universidad Nacional del Altiplano de Puno a publicar los Contenidos en el Repositorio Institucional y, en consecuencia, en el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, sobre la base de lo establecido en la Ley N° 30035, sus normas reglamentarias, modificatorias, sustitutorias y conexas, y de acuerdo con las políticas de acceso abierto que la Universidad aplique en relación con sus Repositorios Institucionales. Autorizo expresamente toda consulta y uso de los Contenidos, por parte de cualquier persona, por el tiempo de duración de los derechos patrimoniales de autor y derechos conexos, a título gratuito y a nivel mundial.

En consecuencia, la Universidad tendrá la posibilidad de divulgar y difundir los Contenidos, de manera total o parcial, sin limitación alguna y sin derecho a pago de contraprestación, remuneración ni regalía alguna a favor mío; en los medios, canales y plataformas que la Universidad y/o el Estado de la República del Perú determinen, a nivel mundial, sin restricción geográfica alguna y de manera indefinida, pudiendo crear y/o extraer los metadatos sobre los Contenidos, e incluir los Contenidos en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

Autorizo que los Contenidos sean puestos a disposición del público a través de la siguiente licencia:

Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visita: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

En señal de conformidad, suscribo el presente documento.

Puno 25 de julio del 2023

FIRMA (obligatoria)



Huella



### DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo Juber Cebal Augusto Chavez Iglesias  
identificado con DNI 70244195 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional,  Programa de Segunda Especialidad,  Programa de Maestría o Doctorado

De Biología

informo que he elaborado el/la  Tesis o  Trabajo de Investigación para la obtención de  Grado

Título Profesional denominado:

“ AVISPA PARASITOIDE BRACONIDAE COMO CONTROLADOR BIOLÓGICO

DE ÁFIDOS: BIOLOGÍA Y EFICIENCIA DE PARASITISMO EN PLANTAS DE WABA

” Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

En caso de incumplimiento de esta declaración, me someto a las disposiciones legales vigentes y a las sanciones correspondientes de igual forma me someto a las sanciones establecidas en las Directivas y otras normas internas, así como las que me alcancen del Código Civil y Normas Legales conexas por el incumplimiento del presente compromiso

Puno 25 de Julio del 2023

  
FIRMA (obligatoria)



Huella