

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**

**FACULTAD DE AGRONOMÍA**



**“BIOLOGÍA Y COMPORTAMIENTO DEL PARASITOIDE  
*Cotesia flavipes* Cameron (HYMENOPTERA: BRACONIDAE) EN  
LARVAS DE *Diatraea saccharalis* Fabricius, EN CONDICIONES DE  
LABORATORIO”**

Presentado por:

**SADITH ZOBEIDA ASTOLA MARISCAL**

Tesis para optar el título de

**INGENIERO AGRÓNOMO**

Lima – Perú

2017

## **DEDICATORIA**

A Dios.

Por guiarme siempre hacia el camino correcto, darme las fuerzas necesarias y el valor para no decaer y seguir siempre adelante. Además de darme una familia maravillosa.

A mi familia:

Mis padres Antonio e Ysabel por su amor, dedicación, motivación y apoyo en todo momento.

A mis abuelos Raúl y Angélica (QEPD), porque fueron los seres más hermosos y perfectos que pude conocer, gracias por su sabiduría, cariño y apoyo incondicional.

A mis hermanos Angélica, Karol, Javier y Hada por estar siempre conmigo en los buenos y malos momentos.

A mis maestros.

Quienes gracias a sus enseñanzas y lecciones influyeron en mi desarrollo profesional, en especial al Ing. Vidal Villagómez (QEPD) por ser mi mayor mentor y consejero.

## **AGRADECIMIENTO**

A mi asesora, Mg. Sc. Mónica Narrea Cango, por su confianza, motivación, orientación y dedicación en todo el proceso del trabajo de investigación.

A la empresa Caña Brava por brindarme sus instalaciones, materiales y equipos.

A la Ing. Gaby Cárdenas, Blgo. Freddy Romero y Jessica Bacilio por su amistad y apoyo en todo momento.

## ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	Pág.
I. ÍNDICE	
ÍNDICE GENERAL	
ÍNDICE DE TABLAS	
ÍNDICE DE FIGURAS	
ÍNDICE DE ANEXOS	
II. RESUMEN	1
III. INTRODUCCIÓN	3
IV. REVISIÓN DE LITERATURA	5
4.1 Origen del cultivo	5
4.2 Cultivo en el Perú	6
4.3 Importancia económica	6
4.4 Plagas de caña de azúcar	7
4.5 <i>Diatraea saccharalis</i> Fabricius	9
4.6 Control biológico	10
4.7 Insectos parasitoides	11
4.8 Familia Braconidae	12
4.9 <i>Cotesia flavipes</i> Cameron	14
4.10 Estudios de la biología y comportamiento de <i>Cotesia flavipes</i> C.	16
V. MATERIALES Y MÉTODOS	18
5.1 Ubicación de la investigación	18
5.2 Materiales y equipos	18
5.2.1 Materiales	18
5.2.2 Equipos	18
5.3 Obtención del material biológico de <i>Cotesia flavipes</i> C.	19
5.4 Metodología para el estudio de la biología de <i>Cotesia flavipes</i> C.	19

5.4.1 Duración del periodo de incubación	20
5.4.2 Duración del periodo larval	20
5.4.3 Duración del periodo de incubación y periodo larval	21
5.4.4 Duración del periodo pupal	21
5.5 Metodología para el estudio de los parámetros biológicos	21
5.5.1 Proporción de sexos	21
5.5.2 Longevidad de adultos	22
5.5.3 Porcentaje de emergencia de adultos	22
5.5.4 Periodo de pre-oviposición y tiempo de oviposición	23
5.5.5 Capacidad de parasitismo de <i>Cotesia flavipes</i> C.	23
5.5.6 Número de larvas parasitadas por edad del parasitoide <i>Cotesia flavipes</i> C. sobre los estadios larvales IV, V y VI del hospedero <i>D. saccharalis</i> .	23
5.6 Metodología para el estudio del comportamiento	24
5.7 Registro de temperatura y humedad relativa en laboratorio	24
5.8 Diseño estadístico	24
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	25
6.1 Biología de <i>Cotesia flavipes</i> C.	25
6.1.1 Periodo de incubación	25
6.1.2 Periodo larval	26
A. Estadio larval I	27
B. Estadio larval II	28
C. Estadio larval III	29
6.1.3 Periodo de incubación y periodo larval	31
6.1.4 Periodo pupal	32
6.1.5 Ciclo de desarrollo	34
6.2 Parámetros biológicos	35
6.2.1 Proporción de sexos	35

6.2.2 Longevidad de adultos	36
6.2.3 Porcentaje de emergencia de adultos	38
6.2.4 Periodo de pre-oviposición y tiempo de oviposición	38
6.2.5 Capacidad de parasitismo de <i>Cotesia flavipes</i> C.	39
6.2.6 Número de larvas parasitadas por edad del parasitoide <i>Cotesia flavipes</i> C. sobre los estadios larvales IV, V y VI del hospedero <i>D. saccharalis</i> .	39
6.3 Comportamiento de <i>Cotesia flavipes</i> C.	41
6.3.1 Emergencia del adulto	41
6.3.2 Apareamiento	42
6.3.3 Reproducción	42
6.3.4 Oviposición	43
VII. CONCLUSIONES	44
VIII. RECOMENDACIONES	46
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	47

## ÍNDICE DE TABLAS

CONTENIDO	Pág.
Cuadro 1: Periodo de incubación en las tres generaciones de <i>Cotesia flavipes</i> C., bajo condiciones de laboratorio. Sullana, Piura-Perú. 2016.	26
Cuadro 2: Primer estadio larval en las tres generaciones de <i>Cotesia flavipes</i> C., bajo condiciones de laboratorio. Sullana, Piura-Perú. 2016.	27
Cuadro 3: Segundo estadio larval en las tres generaciones de <i>Cotesia flavipes</i> C., bajo condiciones de laboratorio. Sullana, Piura-Perú. 2016.	29
Cuadro 4: Tercer estadio larval en las tres generaciones de <i>Cotesia flavipes</i> C., bajo condiciones de laboratorio. Sullana, Piura-Perú. 2016.	30
Cuadro 5: Periodo larval promedio por estadios de <i>Cotesia flavipes</i> C., bajo condiciones de laboratorio. Sullana, Piura-Perú. 2016.	31
Cuadro 6: Periodo de incubación - periodo larval en las tres generaciones de <i>Cotesia flavipes</i> C., bajo condiciones de laboratorio. Sullana, Piura-Perú. 2016.	32
Cuadro 7: Periodo pupal en las tres generaciones de <i>Cotesia flavipes</i> C., bajo condiciones de laboratorio. Sullana, Piura-Perú. 2016.	33
Cuadro 8: Ciclo de desarrollo en las tres generaciones de <i>Cotesia flavipes</i> C., bajo condiciones de laboratorio. Sullana, Piura-Perú. 2016.	34
Cuadro 9: Proporción de sexos promedio en las tres generaciones de <i>Cotesia flavipes</i> C., bajo condiciones de laboratorio. Sullana, Piura-Perú. 2016.	35
Cuadro 10: Longevidad de <i>Cotesia flavipes</i> C., en días, por efecto de la alimentación, cópula y oviposición, bajo condiciones de laboratorio. Sullana-Piura. 2016.	37

CONTENIDO	Pág.
Cuadro 11: Porcentaje de emergencia de adultos en las tres generaciones de <i>Cotesia flavipes</i> C., bajo condiciones de laboratorio. Sullana-Piura. 2016	38
Cuadro 12: Periodo de pre-oviposición y tiempo de oviposición de <i>Cotesia flavipes</i> C., bajo condiciones de laboratorio. Sullana, Piura-Perú. 2016.	38
Cuadro 13: Capacidad de parasitismo de <i>Cotesia flavipes</i> C., bajo condiciones de laboratorio. Sullana, Piura-Perú. 2016.	39
Cuadro 14: Número de larvas parasitadas por <i>Cotesia flavipes</i> C. de un día de edad a tres estadios del hospedero.	39
Cuadro 15: Número de larvas parasitadas por <i>Cotesia flavipes</i> C. de dos días de edad a tres estadios del hospedero.	40
Cuadro 16: Número de larvas parasitadas por <i>Cotesia flavipes</i> C. de tres días de edad a tres estadios del hospedero.	40
Cuadro 17: Número de larvas parasitadas por <i>Cotesia. flavipes</i> C. de cuatro días de edad a tres estadios del hospedero.	40



## ÍNDICE DE FIGURAS

CONTENIDO	Pág.
Figura 1: Huevo de <i>Cotesia flavipes</i> C. vista en el microscopio (objetivo 40X) (Fotografía: S. Astola, 2016)	25
Figura 2: Primer estadio larval de <i>Cotesia flavipes</i> C. vista en el microscopio (Objetivo 10X) (Fotografía: S. Astola, 2016))	27
Figura 3: Segundo estadio larval de <i>Cotesia flavipes</i> C. vista en el microscopio (Objetivo 4X) (Fotografía: S. Astola, 2016)	28
Figura 4: Tercer estadio larval de <i>Cotesia flavipes</i> C. vista desde el microscopio (Objetivo 4X) (Fotografía: S. Astola, 2016)	30
Figura 5: Tercer estadio larval de <i>Cotesia flavipes</i> C. saliendo del hospedero <i>D. saccharalis</i> (Fotografía: S. Astola, 2016)	30
Figura 6: Periodo pupal de <i>Cotesia flavipes</i> C. vista en el Estereoscopio (Fotografía: S. Astola, 2016)	33
Figura 7: Comparación del macho (lado derecho, antenas más largas) y la hembra (lado izquierdo, antenas cortas) de <i>Cotesia flavipes</i> C., vistas en microscopio (Fotografía: S. Astola)	36
Figura 8: Orificio de salida de <i>Cotesia flavipes</i> C. del cocón. (Fotografía: S. Astola, 2016)	41
Figura 9: Hora de emergencia promedio de adultos de <i>Cotesia flavipes</i> C. durante las tres generaciones, en condiciones de laboratorio. Sullana, Piura-Perú. 2016.	41
Figura 10: Momento de oviposición de <i>Cotesia flavipes</i> C. en larva de <i>Diatraea saccharalis</i> F. (Fotografía: S. Astola, 2016)	43

## ÍNDICE DE ANEXOS

CONTENIDO	Pág.
ANEXO 1 Duración en días del periodo de incubación del parasitoide <i>Cotesia flavipes</i> C., en condiciones de laboratorio, durante tres generaciones. Sullana, Piura-Perú. 2016.	60
ANEXO 2 Duración en días del primer estadio larval del parasitoide <i>Cotesia flavipes</i> C., en condiciones de laboratorio, durante tres generaciones. Sullana, Piura-Perú. 2016.	60
ANEXO 3 Duración en días del segundo estadio larval del parasitoide <i>Cotesia flavipes</i> C., en condiciones de laboratorio, durante tres generaciones. Sullana, Piura-Perú. 2016.	61
ANEXO 4 Duración en días del tercer estadio larval del parasitoide <i>Cotesia flavipes</i> C., en condiciones de laboratorio, durante tres generaciones. Sullana, Piura-Perú. 2016.	61
ANEXO 5 Duración en días del periodo de incubación - periodo larval del parasitoide <i>Cotesia flavipes</i> C., dentro del hospedero ( <i>D. saccharalis</i> ), en condiciones de laboratorio, durante tres generaciones. Sullana, Piura-Perú. 2016.	62
ANEXO 6 Duración en días del periodo pupal del parasitoide <i>Cotesia flavipes</i> C., en condiciones de laboratorio, durante tres generaciones. Sullana, Piura-Perú. 2016.	63
ANEXO 7 Duración en días del ciclo de desarrollo del parasitoide <i>Cotesia flavipes</i> C., en condiciones de laboratorio. Primera generación. Sullana, Piura-Perú. 2016.	64
ANEXO 8 Duración en días del ciclo de desarrollo del parasitoide <i>Cotesia flavipes</i> C., en condiciones de laboratorio. Segunda generación. Sullana, Piura-Perú. 2016.	65

CONTENIDO	Pág.
ANEXO 9 Duración en días del ciclo de desarrollo del parasitoide <i>Cotesia flavipes</i> C., en condiciones de laboratorio. Tercera generación. Sullana, Piura-Perú. 2016.	66
ANEXO 10 Proporción de sexos de <i>Cotesia flavipes</i> C., en condiciones de laboratorio. En tres generaciones. Sullana, Piura-Perú. 2016.	67
ANEXO 11 Registro individual de la longevidad, en días, de adultos machos de <i>Cotesia flavipes</i> , en condiciones de laboratorio. Primera Generación. Sullana, Piura-Perú. 2016.	68
ANEXO 12 Registro individual de la longevidad, en días, de adultos hembras de <i>Cotesia flavipes</i> C., en condiciones de laboratorio. Primera Generación. Sullana, Piura-Perú. 2016.	68
ANEXO 13 Registro individual del tiempo de pre-oviposición de adultos de <i>Cotesia flavipes</i> C., en minutos, en condiciones de laboratorio. Sullana, Piura-Perú. 2016.	69
ANEXO 14 Registro individual del tiempo de oviposición de <i>Cotesia flavipes</i> C., sobre larvas de <i>Diatraea saccharalis</i> , en segundos, en condiciones de laboratorio. Sullana, Piura-Perú. 2016.	69
ANEXO 15 Emergencia de adultos de <i>Cotesia flavipes</i> C., en condiciones de laboratorio. Sullana, Piura-Perú. 2016	70
ANEXO 16 Duración del periodo de pre-apareamiento (en minutos) de adultos de <i>Cotesia flavipes</i> C., en condiciones de laboratorio. Sullana, Piura-Perú. 2016.	71
ANEXO 17 Tiempo de cópula en segundos de adultos de <i>Cotesia flavipes</i> C., en condiciones de laboratorio. Sullana, Piura-Perú. 2016.	71
ANEXO 18 Número de cópulas del adulto macho de <i>Cotesia flavipes</i> C. Sullana, Piura-Perú. 2016.	72

## CONTENIDO

Pág.

ANEXO 19	Evaluación de veinte masas de cocones de <i>Cotesia flavipes</i> C. en tres generaciones, para la determinación de la hora de emergencia. Sullana, Piura-Perú. 2016.	73
ANEXO 20	Prueba estadística para el periodo de incubación de <i>Cotesia flavipes</i> C. (Hymenoptera: Braconidae) en tres generaciones, bajo condiciones de laboratorio. Sullana, Piura-Perú. 2016.	74
ANEXO 21	Prueba estadística para el estadio larval I de <i>Cotesia flavipes</i> C. (Hymenoptera: Braconidae) en tres generaciones, bajo condiciones de laboratorio. Sullana, Piura-Perú. 2016.	76
ANEXO 22	Prueba estadística para el estadio larval II de <i>Cotesia flavipes</i> C. (Hymenoptera: Braconidae) en tres generaciones, bajo condiciones de laboratorio. Sullana, Piura-Perú. 2016.	78
ANEXO 23	Prueba estadística para el estadio larval III de <i>Cotesia flavipes</i> C. (Hymenoptera: Braconidae) en tres generaciones, bajo condiciones de laboratorio. Sullana, Piura-Perú. 2016.	80
ANEXO 24	Prueba estadística para el periodo de incubación - periodo larval de <i>Cotesia flavipes</i> C. (Hymenoptera: Braconidae) en tres generaciones, bajo condiciones de laboratorio. Sullana, Piura-Perú. 2016.	82
ANEXO 25	Prueba estadística para el periodo pupal de <i>Cotesia flavipes</i> C. (Hymenoptera: Braconidae) en tres generaciones, bajo condiciones de laboratorio. Sullana, Piura-Perú. 2016.	84
ANEXO 26	Prueba estadística para el ciclo de desarrollo de <i>Cotesia flavipes</i> C. (Hymenoptera: Braconidae) en tres generaciones, bajo condiciones de laboratorio. Sullana, Piura-Perú. 2016.	86

ANEXO 27	Prueba estadística para comparar la longevidad media, en días, de los machos que fueron alimentados y que copularon y no copularon de <i>Cotesia flavipes</i> C. (Hymenoptera: Braconidae), en condiciones de laboratorio. Tercera generación. Sullana, Piura-Perú. 2016.	88
ANEXO 28	Prueba estadística para comparar la longevidad media, en días, de los machos que no fueron alimentados y que copularon y no copularon de <i>Cotesia flavipes</i> C. (Hymenoptera: Braconidae), en condiciones de laboratorio. Tercera generación. Sullana, Piura-Perú. 2016.	88
ANEXO 29	Prueba estadística para comparar la longevidad media, en días, de las hembras que fueron alimentadas, que copularon y que ovipositaron y no ovipositaron de <i>Cotesia flavipes</i> C. (Hymenoptera: Braconidae), en condiciones de laboratorio. Tercera generación. Sullana, Piura-Perú. 2016.	89
ANEXO 30	Prueba estadística para comparar la longevidad media, en días, de las hembras que no fueron alimentadas, que copularon y que ovipositaron y no ovipositaron de <i>Cotesia flavipes</i> C. (Hymenoptera: Braconidae), en condiciones de laboratorio. Tercera generación. Sullana, Piura-Perú. 2016.	89
ANEXO 31	Prueba estadística para comparar la longevidad media, en días, de las hembras que fueron alimentadas no copularon y hembras que no fueron alimentadas y no copularon de <i>Cotesia flavipes</i> C. (Hymenoptera: Braconidae), en condiciones de laboratorio. Tercera generación. Sullana, Piura-Perú. 2016.	90
ANEXO 32	Prueba estadística para determinar el número de larvas parasitadas por las distintas edades del parasitoide <i>Cotesia flavipes</i> C. sobre los estadios larvales IV, V y VI de <i>Diatraea saccharalis</i> .	91

## CONTENIDO

Pág.

ANEXO 33	Registro de temperatura máxima, mínima y promedio durante la primera generación de <i>Cotesia flavipes</i> C. Sullana, Piura-Perú. 2016.	93
ANEXO 34	Registro de temperatura máxima, mínima y promedio durante la segunda generación de <i>Cotesia flavipes</i> C. Sullana, Piura-Perú. 2016.	94
ANEXO 35	Registro de temperatura máxima, mínima y promedio durante la tercera generación de <i>Cotesia flavipes</i> C. Sullana, Piura-Perú. 2016.	95
ANEXO 36	Registro de humedad relativa máxima, mínima y promedio durante la primera generación de <i>Cotesia flavipes</i> C. Sullana, Piura-Perú. 2016.	96
ANEXO 37	Registro de humedad relativa máxima, mínima y promedio durante la segunda generación de <i>Cotesia flavipes</i> C. Sullana, Piura-Perú. 2016.	97
ANEXO 38	Registro de humedad relativa máxima, mínima y promedio durante la tercera generación de <i>Cotesia flavipes</i> C. Sullana, Piura-Perú. 2016.	98

**ASTOLA, S. Biología y Comportamiento del parasitoide *Cotesia flavipes* Cameron (Hymenoptera: Braconidae) en larvas de *Diatraea saccharalis* F., en condiciones de laboratorio. Tesis Ing. Agr., Universidad Nacional Agraria La Molina.**

## **II. RESUMEN**

*Cotesia flavipes* C. (Hymenoptera: Braconidae) es un parasitoide de larvas de *Diatraea saccharalis* F., plaga importante del cultivo de caña de azúcar, usado como agente de control biológico en muchas regiones del mundo. Este estudio se realizó en el laboratorio del Centro de Producción de Insectos Útiles (CPIU), empresa Caña Brava, Piura. El objetivo fue determinar la biología y comportamiento de *Cotesia flavipes* C. en larvas de *Diatraea saccharalis* F. Para el estudio del ciclo de desarrollo se evaluó tres generaciones del parasitoide, se utilizaron larvas de *D. saccharalis* del estadio larval V y hembras de *Cotesia flavipes* C. de dos días de edad. La duración del ciclo de desarrollo fue 15 días a 28°C y 60.2% HR. El periodo de incubación fue 2.5 días a 28.5°C y 61.8% HR. El periodo larval consta de tres estadios, el estadio I duró 3.3 días a 28.6°C y 60.1% HR, el estadio II duró 2.5 días a 28.6°C y 60.4%HR y el estadio III duró 1.3 días a 28.6°C y 60.9% HR. El periodo pupal fue 5.6 días a 28.3°C y 59.5% HR. La proporción de sexos fue de 3.9:1 hembra/macho. La longevidad de adultos fue mayor cuando se alimentaron. El periodo de pre-oviposición fue 37.9 minutos. El tiempo de oviposición fue 6.1 segundos. *C. flavipes* parasitó 1 a 2 larvas, además se obtuvo 73.9 cocones cuando parasitó una larva y 36.7 cocones cuando parasitó dos larvas. El porcentaje de emergencia de adultos fue 91.2%. No se encontró diferencias en el número de larvas parasitadas por edad de *Cotesia flavipes* C. sobre los estadios IV, V y VI de *Diatraea saccharalis* F. La emergencia del adulto fue mayor en horas de la madrugada. *C. flavipes* presentó apareamiento polígamo, reproducción sexual y reproducción partenogénica de tipo arrenotoquia. El macho copula entre 5-14 hembras, el pre-apareamiento osciló entre 1-94 minutos y el tiempo de cópula osciló entre 8-21 segundos.

**Palabras clave:** *Cotesia flavipes* C., parasitoide, *Diatraea saccharalis* F., biología, comportamiento.

**ASTOLA, S. Biology and behavior of parasitoid *Cotesia flavipes* Cameron (Hymenoptera: Braconidae) in larvae of *Diatraea saccharalis* F., under laboratory conditions. Thesis Ing. Agr. National Agrarian University La Molina.**

## **SUMMARY**

*Cotesia flavipes* C. (Hymenoptera: Braconidae) is a parasitoid of *Diatraea saccharalis* F.' larvae, an important pest of sugarcane, used as a biological control agent in many regions of the world. This study was conducted in the laboratory of the Production Center of Useful Insects (PCUI), Caña Brava Company, Piura. The objective was to determine the biology and behavior of *Cotesia flavipes* C. in *Diatraea saccharalis* F.' larvae. For the study of the development cycle, three generations of the parasitoid, larvae of *D. saccharalis* of V instar and two days old females of *Cotesia flavipes* were evaluated. The duration of the development cycle was 15 days at 28 °C and 60.2% RH. The incubation period was 2.5 days 28.5°C and 61.8% RH. The larval period consists of three instars, Instar I 28.6°C lasted 3.3 days and 60.1% RH, Instar II lasted 2.5 days 28.6°C and 60.4% RH and Instar III 28.6°C lasted 1.3 days and 60.9% RH. The pupal period was 5.6 days at 28.3°C and 59.5% RH. The sex ratio was 3.9: 1 female/male. Adult longevity was lower when it didn't eat, copulate or oviposit. The pre-oviposition period was 37.9 minutes. The oviposition time was 6.1 seconds. *C. flavipes* parasitized 1-2 larvae, in addition 73.9 and 37.7 cocoons were obtained when parasitized one and two larvae, respectively. The percentage of adult emergence was 91.2%. No differences were found in the number of parasitized larvae by *Cotesia flavipes* age regarding Instar IV, V and VI of *Diatraea saccharalis*. Adult emergence was higher in the early morning hours. *C. flavipes* presented polygamous mating, sexual reproduction and arrhenotoky parthenogenetic reproduction type. The male copulates 5-14 females, the pre-mating ranged from 1-94 minutes and intercourse time ranged from 8-21 seconds.

**Key words:** *Cotesia flavipes* C., parasitoid, *Diatraea saccharalis* F., biology, behavior.



### III. INTRODUCCIÓN

La caña de azúcar es un cultivo de gran potencial de desarrollo agroindustrial, derivado de la azúcar, etanol y otros productos derivados de su producción. Por ello, es considerada como uno de los principales cultivos agroindustriales en el Perú, ya que genera un aporte importante al valor bruto de la producción agropecuaria y en especial en el subsector agrícola. Su producción se concentra en la costa norte del país, en las regiones de La Libertad (45.7%) y Lambayeque (31.7%) las cuales concentran el 77.4% de la superficie cosechada a nivel nacional (MINAG, 2013).

El Perú ocupa el décimo octavo lugar a nivel mundial en la producción de caña de azúcar, con una producción de 10'992,240 toneladas (FAO, 2013).

Una de las principales plagas que afectan al cultivo de caña son los barrenadores de tallo del género *Diatraea*. Este género es la plaga de mayor importancia para la agricultura americana, debido a su amplia distribución y a su alta incidencia, ya que es fuente de daños en caña de azúcar, maíz, arroz y otras gramíneas.

El barrenador de la caña de azúcar, *Diatraea saccharalis* F. (Lepidoptera: Pyralidae), es la plaga más importante del cultivo de caña de azúcar en el Perú y en otras regiones del mundo, debido a que se presenta en forma permanente y persistente pudiendo atacar los tallos en cualquiera de sus etapas de crecimiento, desde su emergencia hasta su madurez, ocasionando pérdidas, lo que conlleva a una disminución en el potencial productivo y calidad del cultivo de caña.

El uso de agroquímicos (plaguicidas) para el control de esta plaga, resulta efectivo en los primeros estadios larvales, cuando aún la larva no penetra los tallos, pero una vez que ingresa la larva se encuentra protegida del insecticida y es aquí donde este tipo de control se hace ineficaz.

Otro método para prevenir el ataque de esta plaga, cuando ésta penetra el tallo, es mediante el control biológico, haciendo uso de enemigos naturales, con la finalidad de reducir los daños en la producción y el impacto de los insecticidas sobre la fauna benéfica. Dentro de este tipo de control, la alternativa más viable es el uso de parasitoides. Entre ellos, los pertenecientes a la familia Tachinidae, como es el caso de *Billaea (Paratheresia) claripalpis* Wulp la más conocida y de mayor importancia. Sin embargo, existe un Hymenóptero, *Cotesia (Apanteles) flavipes* Cameron, como otra alternativa para el control de la plaga en cañaverales de la Costa Norte del Perú.

Considerando lo antes citado y dada la importancia del uso del parasitoide *Cotesia flavipes* Cameron para el control de *Diatraea saccharalis* F. en países donde se cultivan grandes extensiones de caña de azúcar, se realizó el presente estudio, con el objetivo de determinar la biología y comportamiento de *C. flavipes* en larvas de *Diatraea saccharalis*, en condiciones de laboratorio, en la región Piura.

## IV. REVISIÓN DE LITERATURA

### 4.1 Origen del cultivo

No se conoce con exactitud el origen de la caña de azúcar. Se han propuesto muchas teorías al respecto, sin embargo, se considera que el centro de origen del complejo *Saccharum* es la región que comprende parte de la India, China, Nueva Guinea y zonas aledañas, por encontrarse ahí el mayor número de especies de este género (Subiros, 1995). Otros autores señalan su origen en Indochina (Quizanga, 2009 y Osorio, 2007).

Edgerton (1958) indicó que la caña de azúcar es nativa de las regiones subtropicales y tropicales del sudeste asiático. Alejandro Magno la llevó de la India hacia Persia, mientras los árabes la introdujeron en Siria, Palestina, Arabia y Egipto, de donde se extendió por todo el continente africano y a la Europa meridional.

Posteriormente con las conquistas de los árabes, la caña de azúcar se extendió hacia el oeste a través del norte de África hasta Marruecos y atravesando el Mediterráneo hasta Rodas, al sur de España (755 d.C.) y luego Chipre, Creta y Sicilia (950 d.C.) (Helfgott, 1997).

En el siglo XIII, Venecia era la capital mundial del azúcar y ya su uso se había difundido por toda Europa. La ruta hacia el oeste continuó y la caña de azúcar llegó a la Isla de Madeira (1420), llevada por los portugueses y a las Islas Canarias, llevada por los españoles. Desde allí, Colón la llevó hasta el Nuevo Mundo, durante su segundo viaje en 1493 (Mangelsdorf, 1950).

En el siglo XVI, el cultivo de la caña se extendió desde Santo Domingo hacia Cuba (Martin *et al.*, 1987), México, Brasil y Perú y a las islas de las Indias Occidentales o Antillas.

## **4.2 Cultivo en el Perú**

El Perú, situado en el décimo octavo lugar en la producción de caña de azúcar a nivel mundial en el 2013, es poseedor de uno de los mejores climas para el cultivo de la caña de azúcar, razón por la cual alcanza aquí el rendimiento más alto del mundo (134 toneladas por hectárea en 14 meses), superando claramente a los países que le siguen en este aspecto, entre ellos un buen número de africanos y Guatemala, y duplicando las cifras de Brasil, India y China. Gracias a esa alta productividad, y pese a la escasa extensión de las áreas de cultivo, en los últimos cincuenta años (con excepción del trienio 1992-1994), nuestro país siempre se ha ubicado entre los veinte principales productores. Su cosecha record lo alcanzó en el 2013, con un volumen de casi 11 millones de toneladas, superior en 6% al del año 2012 (FAO, 2013).

La producción de caña de azúcar en el Perú se concentra en la costa del país, siendo la principal zona productora. Los principales departamentos cañeros son La Libertad (empresas Casagrande, Cartavio y Laredo), Lambayeque (empresas Pucalá, Tumán, Pomalca, A. del Norte (Ex-Cayalti)), Lima (empresas Paramonga, Andahuasi), Ancash (empresa San Jacinto) y Arequipa (empresa Chucarapi) (MINAG, 2013).

## **4.3 Importancia económica**

Según MINAG (2013), la caña de azúcar es considerada como uno de los principales cultivos agroindustriales en el Perú, por generar un aporte importante al valor bruto de la producción agropecuaria y en especial en el subsector agrícola. La importancia económica de la caña es variada, pues además de azúcar, el bagazo y la melaza son subproductos que proporcionan materia prima a industrias conexas como la del alcohol, entre otras. Así, la caña de azúcar contribuye también a la alimentación de especies pecuarias. Cuenta con una superficie cosechada de 90 357 ha, una producción 11 389 617 t y un rendimiento de 126 t/ha en 14 meses, a nivel nacional en el año 2014 (INEI, 2016).

#### 4.4 Plagas de caña de azúcar

Las plagas y enfermedades en el cultivo de caña de azúcar, generalmente se encuentran asociados, debido a que las heridas que ocasionan las plagas se convierten en una vía de ingreso para otras plagas y enfermedades de tipo fungosas, ocasionando el deterioro del cultivo, repercutiendo así en la disminución de su rendimiento.

Helfgott (1997) indicó que el carácter permanente del cultivo, permite la presencia continua de ciclos superpuestos de las diferentes plagas y, a su vez, de los enemigos naturales de éstas. Existen plagas que como *Diatraea saccharalis* F. son comunes en la mayor parte de las zonas cañeras, y acerca de las cuales hay abundante información. Otras plagas son consideradas como secundarias porque tienen características de temporales, y presentan brotes esporádicos que causan pérdidas económicas importantes durante ciertos tiempos.

Box (1953) reportó, a nivel mundial, alrededor de 1300 especies de insectos que se alimentan de caña.

Risco (1960) mencionó que numerosas especies del género *Diatraea* son reconocidas como perjudiciales a la caña de azúcar en los países productores americanos y en todos ellos, con ligeras excepciones, la especie *Diatraea saccharalis* F. es la más importante a tal punto que sus daños económicos sobrepasan al de todas las otras especies reunidas.

Wille (1941) identificó 18 especies en el Perú, de las cuales solamente cuatro se presentaban en forma de plaga seria: *Diatraea saccharalis* F. (barreno), *Anacentrinus saccharidis* B. (gorgojito negro), *Arcistrostoma klugi* Curtis (gusano de la raíz) y *Ligyris (Tomarus) maimon* E. (gusano de la semilla).

Ayquipa y Cueva (1979), enumeran 55 especies de insectos fitófagos sobre la caña de azúcar de la siguiente manera:

a.- Insectos que atacan a la raíz y a los tocones: 11 especies: 1 homóptero, 1 tenebriónido, 1 cerambicidae y 8 escarabéidos. Destacan *Aenolamia* sp. (Homopt.: Cercopidae) y en segundo lugar *Ancistrostoma Klugii* Curtis (Scarabaeidae).

b.- Insectos que atacan al tallo: 21 especies: 1 termítido, 1 escarabéido, 4 homópteros, 7 curculiónidos, 8 lepidópteros. La plaga más importante de todas es el barrenador “*Diatraea saccharalis* Fabr. (Crambidae), siguen el “barreno menor de la caña”. *Elasmopalpus lignosellus* Zeller (Phycitidae) y el “gorgojo rayado de la caña”. *Metamasius hemipterus* L. (Curculionidae). De segunda importancia son los lepidópteros. *Castnia licoides* Drudy. *Diatraea albicrinella* Box. *D. impersonatella* Walker; los curculionidos *Anacentrinus saccharidis* Bard. Y *Metamasius anceps* Gyll.; y la “cochinilla harinosa”. *Saccharicoccus sacchari* Ckll.

c.- Insectos que atacan a la hoja: 23 especies: 1 crisomélido, 2 acrídidos, 3 formícidos, 7 lepidópteros, 10 homópteros. Destacan *Spodoptera frugiperda* S. (Noctuidae); luego de los pulgones *Aphis sacchari* Zent. y *Sipha flava* Forbes; finalmente la “saltahoja de la caña” *Perkinsiella saccharicida* Kyrk. (Delphacidae).

Se reúnen así 5 especies de insectos fitófagos de importancia, 10 especies de mediana importancia y 40 especies sin importancia económica.

Sarmiento (1992), analizó las principales plagas que afectan el cultivo de caña de azúcar en el Perú así como las diversas medidas de control de cada una de ellas. Las plagas se agruparon de la siguiente manera, de acuerdo al daño que causan: masticadores del follaje, picadores de las hojas y los tallos, barrenadores de brotes y tallos e insectos de tocones y raíces.

Pollack (1994), describió ampliamente las plagas de la caña de azúcar en el Perú y dio pautas precisas para su evaluación y control.

Helfgott (1997) mencionó que hay diez insectos que tienen importancia económica en la costa del Perú a partir de la década del sesenta. La plaga más importante es *Diatraea saccharalis* F. Las plagas ocasionales o secundarias son: *Elasmopalpus lignosellus* Zeller, *Aphis sacchari* Zent., *Sipha flava* Forbes, *Perkinsiella saccharicida* Kirkaldi, *Marasmia trapezalis* Guenee. *Spodoptera frugiperda* (Smith y Abbot), *Metamasius hemipterus* L., *Saccharococcus sacchari* Ckll. y *Prosaldius* sp.

Box (1950) consideró que *Diatraea saccharalis* es la única plaga insectil para la caña de azúcar que puede considerarse como de importancia económica, que data desde comienzos del siglo XIX, mencionó también que es una especie indígena de la costa del Perú.

#### 4.5 *Diatraea saccharalis* Fabricius

El gusano barrenador de la caña de azúcar, *Diatraea saccharalis* F. (Lepidoptera: Pyralidae), es la plaga de mayor importancia económica en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*). Los niveles de infestación y severidad ocasionados por esta especie han sido variables dependiendo de las condiciones climáticas, etapa del cultivo y tipo de manejo empleado en el control de sus poblaciones.

En las etapas iniciales del cultivo este lepidóptero, en su estado larval, causa daño directo porque produce perforaciones en los tallos, lo cual provoca la muerte del meristemo apical, daño conocido como “corazón muerto”. También causan el volcamiento de los tallos e inducen la proliferación de brotes laterales, la pérdida de peso y azúcares en el tallo, cuando la caña está madura (Yépez y Linares, 1987). A medida que la larva crece produce un daño indirecto, motivado a las perforaciones dentro del entrenudo, lo cual facilita la invasión de otras plagas insectiles y hongos saprófitos, como *Fusarium moniliforme* y/o *Colletotrichum falcatum*, causante de la inversión de la sacarosa en azúcares reductores, por ende disminuye la pureza del jugo y provoca menor rendimiento en azúcares y alcohol a nivel de fábrica (Box, 1952; Yépez y Linares, 1987; Badilla y Gómez, 2003).

Para el manejo de *Diatraea saccharalis* se han evaluado estrategias diferentes al uso de insecticidas, siendo estos efectivos en los primeros estadios larvales; pero una vez dentro del tallo la larva se encuentra protegida y éste método de control se torna ineficaz, ya que existe traslape generacional. Es por ello que el control biológico es una de las alternativas que presenta mayor factibilidad en el manejo de esta plaga, tomando en cuenta su bajo costo y capacidad de autoperpetuarse. Dentro del control biológico la alternativa más viable es el uso de parasitoides. Entre ellos, los pertenecientes a la familia Braconidae (Hymenoptera) parecen ser los más prometedores, ya que pueden adaptarse a condiciones de alta temperatura y sequía propia de la región (Juillet, 1964).

Estudios realizados por Ingram y Bynum (1941) sobre *D. saccharalis* indican que el periodo de incubación dura de 4 a 9 días. De Melo y Parra (1988) expresan que este estado puede durar de 4.2 días (32°C) a 10.6 días (20°C).

Wille (1952) y Campos (1976) señalaron que los huevos, en masas o grupos, eclosionan entre 6 a 10 días. A niveles de temperaturas constantes entre 15.6 y 32°C el tiempo de incubación disminuyó en función del incremento de la temperatura (King *et al.*, 1975).

Las larvas completan su desarrollo entre 35 a 79 días (Wille 1952, Campos 1976), estando la duración condicionada a la temperatura ambiental (King *et al.*, 1975). Gonzales *et al.* (1983) afirmaron que el periodo larval dura entre 18 a 26 días.

Las pupas necesitan entre 7 a 15 días para desarrollar (Wille 1952, Campos 1976) y al igual que los otros dos estados inmaduros, su duración es más breve a mayor temperatura (King *et al.*, 1975).

El adulto vive bajo condiciones naturales, entre 3.6 y 5.7 días para machos y hembras, respectivamente (Campos, 1976). Un macho puede impregnar a 3 hembras como máximo (Hrady *et al.*, 1968), las hembras copulan una sola vez, y, excepcionalmente, 3 veces (Pérez, 1964).

Estudios realizados en Brasil por Gallo *et al.* (1988) determinan que el ciclo de huevo-adulto demora entre 35 a 53 días. Sin embargo, observaciones realizadas por Paliz y Mendoza (1985) señalan que esta fase fluctúa entre 28 a 35 días. En Venezuela *D. saccharalis* completa una generación en 40 a 60 días, en caña de azúcar (Box citado por Peairs y Saunders, 1980).

Risco (1971) señaló que *Diatraea saccharalis* puede producir cinco a seis generaciones al año. Cueva (1979) mencionó que en Perú no es posible determinar entre las distintas generaciones, puesto que durante el ciclo vegetativo del cultivo, se encuentra a la plaga en forma continua y en generaciones traslapadas.

#### **4.6 Control biológico**

Frente al problema de control de plagas, el hombre busca diversas formas de manejo, llegando a depender exclusivamente del control químico y en la enorme promoción de los plaguicidas, dejando de lado otras alternativas y principalmente desconociendo la información del control biológico y las ventajas que posee en el beneficio de una agricultura sana y próspera (Cisneros, 1995).



El control biológico se define como la reducción de las poblaciones de insectos plaga mediante la acción represiva por la acción de predadores, parasitoides y entomopatógenos, es decir es la utilización y manipulación de enemigos naturales, con el propósito de producir una reducción en la densidad promedio de una especie considerada plaga. El control biológico se considera natural, cuando se refiere a la acción de enemigos biológicos sin la intervención del hombre y se le denomina artificial o aplicado cuando es manipulado por el hombre (Valdivieso y Bartra, 1993 y Cisneros, 1995).

#### **4.7 Insectos parasitoides**

Nicholls (2008) señaló que los parasitoides son parasíticos en sus estados inmaduros, pero en estado adulto son libres. A diferencia de los parásitos, los parasitoides siempre matan a sus huéspedes; sin embargo, el huésped puede completar la mayoría de su ciclo de vida antes de morir. Los insectos parasitoides tienen un ciclo de vida inmaduro que se desarrolla dentro o fuera de su hospedero, el cual finalmente muere, de ahí el valor de los parasitoides como enemigos naturales. La mayoría de los insectos parasitoides atacan únicamente a una determinada etapa del ciclo de vida de una o varias especies relacionadas del hospedero. El parasitoide inmaduro se desarrolla dentro o fuera del insecto plaga, alimentándose de sus fluidos corporales y de sus órganos. El ciclo de vida del insecto plaga en general coincide con el del parasitoide. En algunas especies sólo un individuo crece dentro de su hospedero. En otros casos, cientos de larvas jóvenes se desarrollan dentro del insecto plaga. Un parasitoide necesita de un huésped para completar su ciclo de vida. El adulto madura y el huésped muere. El resultado es básicamente que el huésped (que puede ser plaga) pierde y el enemigo natural gana. Éste es el balance en favor de la población del parasitoide, la cual se incrementa, y la base del control biológico.

Cerca del 15% de todos los insectos son parasíticos (Askew, 1971). Como quizás existen más de un millón de especies de insectos, aproximadamente 150.000 especies son potenciales agentes de control biológico. Cerca de dos tercios de los enemigos naturales introducidos en programas de control biológico han sido parasitoides pertenecientes al orden Hymenoptera y en menor grado en el orden Diptera

Greathead (1986) reportó que mientras el uso de parasitoides comprende al menos veintiséis familias, ciertos grupos presentan la mayoría de especies empleadas en los proyectos de control biológico. Por ejemplo, el grupo más usado dentro de los Hymenoptera ha sido de las familias Braconidae, Ichneumonidae de la superfamilia Ichneumonoidea y Eulophidae, Pteromalidae, Encyrtidae y Aphelinidae en la superfamilia Chalcidoidea.

Además de constituir importantes agentes de control biológico, estos grupos también juegan un papel importante como factores de mortalidad para muchos insectos bajo condiciones naturales. En el orden Diptera el grupo más empleado ha sido la familia Tachinidae (Greathead, 1986). No todos los parasitoides necesariamente provienen de estos grupos, sin embargo, estas familias han jugado papeles importantes en los proyectos de control biológico, por ejemplo, algunos parasitoides también se encuentran en los órdenes Strepsiptera y Coleoptera (algunos miembros de las familias Staphylinidae , Meloidae , Rhipiphoridae), aunque el parasitismo no caracteriza el orden Coleoptera (Askew 1971).

La mayoría de las especies de insectos parasitoides pertenecen a los órdenes Hymenoptera (abejas, avispas y hormigas) y Diptera (moscas) aunque también hay algunas especies en otros grupos de insectos como Coleoptera (al que pertenecen los escarabajos) y Lepidoptera (mariposas y palomillas), entre otros. Se calcula que solamente en el orden Hymenoptera hay 50 mil especies de parasitoides, y que existe un millón de especies más que aún no han sido descritas (Godfray, 1994).

#### **4.8 Familia Braconidae**

La familia Braconidae tiene una gran importancia en control biológico en todo el mundo. Prefieren los climas cálidos y húmedos, razón por la cual estos parasitoides han sido utilizados con frecuencia en programas de control biológico de grandes cultivos en los trópicos (Gauld y Bolton 1988). La mayor parte de los braconidos son benéficos. Especies de hiperparasitoides en esta familia son poco frecuentes (DeBach y Rosen 1991).

La subfamilia más numerosa es Microgastrinae de la cual forma parte el género *Cotesia*.

Los braconidos son parasitoides importantes porque atacan una gran variedad de insectos. Son conocidos como avispa benéfica porque se les ha encontrado parasitando insectos plaga de importancia económica en áreas agrícolas y forestales; como moscas de la fruta, picudos, gusanos cogollero, bellotero, están distribuidos en todas las regiones del mundo.

Se les encuentra en una gran diversidad de hábitats, tanto de regiones templadas como tropicales pero prefieren las zonas boscosas y estepas, son menos frecuentes en zonas semidesérticas y desiertos. Se conocen aproximadamente 15,000 especies de braconidos en el mundo (Wharton, 1993), agrupadas en 830 géneros de 38 subfamilias (Wharton *et al.*, 1997). Peña y Ruíz (1993) citan que existen 2,000 especies en Norteamérica. (Marsh *et al.*, 1987). Por su parte mencionan 233 géneros conocidos en la misma región Neártica. Los trabajos realizados en México sobre taxonomía y sistemática de braconidos han sido llevados a cabo en Tamaulipas y Nuevo León (Hernández *et al.*, 1987; Calderón y Ruíz, 1990; Thompson y Ruíz, 1990; Varela y Ruíz, 1993), en Morelos (Peña y Ruíz, 1993), en el Estado de México (López, 1997)

Dentro de la familia Braconidae se ubica el género *Apanteles*, parasitoides de plagas agrícolas de la familia Noctuidae y Pyralidae; éste está ubicado en la subfamilia Microgastrinae. El género *Apanteles* (Foester) incluye alrededor de 1000 especies distribuidas en el continente americano (Whitfield 1997, Yu *et al.*, 2005). La mayoría de las especies de este género son parasitoides solitarios de larvas de microlepidópteros, aunque también existen especies gregarias que parasitan larvas de macrolepidópteros (Whitfield, 1997).

Dentro del género *Apanteles*, existen diversas especies que se consideran promisorias para el control biológico de distintas especies de lepidópteros plaga. Por ejemplo, en huertos de manzano (*Malus* sp.) en California, Estados Unidos de Norteamérica, *Apanteles aristoteliae* (Viereck) causó entre 15-20% y 30% de parasitismo sobre larvas de los enrolladores de hojas, *Argyrotaenia citrana* (Fernald) y *Argyrotaenia franciscana* (Walsingham) (Lepidoptera: Tortricidae), respectivamente (Walker & Welter 2004). Por su parte, *Apanteles flavipes* (Cameron) causó más del 30% de parasitismo sobre larvas del barrenador de los tallos, *Diatraea saccharalis* (Fabricius) (Lepidoptera: Pyralidae) en caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) en Islas Barbados (Alam *et al.*, 1971). En México, existen algunos reportes sobre la presencia de especies del género *Apanteles* sobre larvas de lepidópteros. En cultivos de canola (*Brassica napus* L.), en el estado de Sinaloa,

*Apanteles* sp. causó alrededor del 30% de parasitismo sobre la palomilla dorso de diamante, *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae) (Cortez-Mondaca y Macías-Cervantes, 2007). Ruíz y Cervantes (2007) reportaron la presencia de *Apanteles* sp. sobre larvas de *Apotoforma* sp. (Lepidoptera: Tortricidae) en Uncader y Las Duelas, Veracruz.

Nixon (1972) consideró que el género *Apanteles* es polifilético (consiste en especies no muy relacionadas una con la otra) por lo cual se hacía necesario dividirlo, esta fue una de las razones que Cameron en 1891 tomó en cuenta para describir el género *Cotesia* y reubicar la especie *Apanteles flavipes*, dentro de este género y obtener la especie que hoy se conoce como *Cotesia flavipes* C. (Hanson, 1994).

#### **4.9 *Cotesia flavipes* Cameron**

##### **Clasificación taxonómica**

Según Cave (1995) y Domínguez (1994)

Orden: Hymenoptera

Suborden: Apócrita

Superfamilia: Ichneumonoidea

Familia: Braconidae

Subfamilia: Microgasterinae

Género: *Cotesia*

Especie: *Cotesia flavipes* Cameron

*Cotesia flavipes* Cameron, es un endoparásitoide larval nativo del sur-este de Asia (Mohyuddin 1971). Fue encontrado por primera vez parasitando larvas del género *Chilo* (Lepidoptera: Pyralidae) (Wiedemman y Smith 1993). Esta especie se introdujo en Kenia por un programa de control biológico clásico de Pakistán, y más tarde de la India en 1991. Fue liberado por primera vez en las zonas costeras de Kenia en 1993 y se estableció fácilmente durante la misma temporada. Luego fue introducida en Mozambique en 1996, seguido por las liberaciones en Uganda y Somalia en 1997 (Dejen *et al.*, 2013).

Según Mendoca (1977), citado en Gaviria (1989), *C. flavipes* es originario del Japón y fue introducido en la India, Pakistán, Ceilán, Filipinas, Islas Mauricius y Reunión, para el control de los taladradores de arroz, pero especialmente para el control de *Diatraea* spp. en caña de azúcar.

La avispa fue introducida por primera vez al continente americano en 1963 a Florida-Estados Unidos, desde la India para el control de *D. saccharalis*. (Andrews y Barfield, 1984) mencionan que *Cotesia flavipes* Cam. (= *Apanteles flavipes*) ha sido usada en control biológico en caña de azúcar en Panamá, Colombia y México.

En 1975 *C. flavipes* fue introducida al Perú por el Instituto Central de Investigación Azucareras (ICIA) de la Central de Cooperativas Agrarias Azucareras del Perú (CECOAAP), procedente de Commonwealth Institute of Biological Control, Trinidad-Tobago. Las liberaciones de campo se establecieron temporalmente en los valles de Chicama y Chancay, habiéndose logrado hasta el 18 % de parasitismo en época de verano. Dicha especie no se logró establecer y el porcentaje de parasitismo era muy bajo, por lo que no se siguió la continuidad de su propagación y liberación (Cueva *et al.*, 1980; Ayquipa, 1984; Risco, 1996).

Valenzuela (1989) indicó que *Cotesia flavipes* (Cameron), en Colombia, ha sido considerada tradicionalmente como uno de los enemigos naturales más importantes, dentro del arsenal de agentes de control biológico del barrenador *Diatraea* spp. en cultivos de caña de azúcar. Según Gaviria (1989), *Cotesia flavipes* fue introducida en Colombia por primera vez en 1970, procedente de Trinidad, por segunda vez en 1975, procedente de la misma isla y por tercera vez, en 1981, procedente directamente de Pakistán. Las múltiples introducciones se explican por la pobre recuperación de la avispa después de sus liberaciones en el campo, a razón de 1.000 avispas/ha en cultivos de caña del Valle del Cauca, y Santander. El mismo autor menciona que la adaptación de *C. flavipes* fue temporal en los cultivos de caña de azúcar del Valle del Cauca mientras que en el mismo cultivo en Santander se logró su establecimiento permanente.

#### 4.10 Estudios de la biología y comportamiento de *Cotesia flavipes* C.

Kajita y Drake (1969) en Brasil, mencionan que el ciclo de *A. flavipes* fue de 21.14 días para ambos sexos.

Bennett (1977) reportó que el ciclo de vida de *C. flavipes* es de 16 a 25 días, lo cual representa una ventaja sobre los tachinidos, cuyo ciclo de vida y periodo de pre-oviposición es mayor.

Ayquipa (1984) determinó el ciclo biológico de *C. flavipes* es de 16.5 y 25 días en verano e invierno, respectivamente.

Rodríguez *et al.* (2004) señalaron que para condiciones de Panamá, el ciclo de vida de *Cotesia flavipes* fue menor en *D. saccharalis*, con  $15.93 \pm 0.41$ , con respecto a *D. tabernella*, con  $16.99 \pm 1.13$  días, no especifica T°, ni HR en la que se realizó la investigación.

Hernández (2010) en Venezuela, determinó que la duración del ciclo de vida desde ovipostura hasta emergencia del adulto, osciló entre 17.3 y 19.79 días en laboratorio a temperatura constante de  $27 \pm 2$  °C y 80 % HR.

Alam (1971) determinó que un promedio de 23 huevos son colocados en un sólo hospedero por la hembra, la cual es capaz de ovipositar de dos a cinco hospederos.

Cueva *et al.* (1980) señalaron que la duración de huevo a larva fue de 9 días en verano y 11 días en invierno y la pupa de 5,7 y 6,4 días en cada época, respectivamente.

Cueva *et al.*, (1980) y Ayquipa (1984) determinaron que *Cotesia* presenta una reproducción bisexual y un apareamiento polígamo, además señalaron que el macho sexualmente es más precoz que la hembra.

Gifford y Mann (1967) determinaron que a 28.3°C, el apareo comienza después de la emergencia de adultos, a veces aún antes de alimentarse. Ambos sexos tienen hábitos polígamos.

La temperatura y la humedad relativa son los factores abióticos responsables del éxito del parasitismo y establecimiento de *C. flavipes* (Getu *et al.*, 2004), como factores bióticos se

señala principalmente la edad del hospedero, que a su vez está relacionado con la competencia intrínseca que se establece en el sistema parasitoide-hospedero.

*C. flavipes* deposita sus huevos dentro del hemocele de la larva hospedera y tiene la capacidad de manipular el estado fisiológico del hospedero para que se desarrollen exitosamente sus huevos y larvas; a su vez, el hospedero tiene un sistema de defensa que impide que el parasitoide se desarrolle, esta defensa depende de su edad y su estado nutricional, es una defensa externa, la larva regurgita un líquido por la boca que mata al parasitoide (Scaglia *et al.*, 2005, Lva *et al.*, 2010).

Durante la oviposición, los huevos no son el único elemento introducido por la avispa parasitoide dentro del hospedero, ya que los huevos antes de ser colocados pasan por el cáliz, el cual contiene un líquido que contiene polydnavirus (PDV), viriones (Vinson *et al.*, 1979), proteínas secretadas del ovario (Buron y Beckage, 1992). Este líquido y su contenido, junto con los huevos son colocados dentro del hospedero en el momento de ovipostura y son descritas como los responsables de la supresión de la respuesta inmune del hospedero (Vinson *et al.*, 1979; Fleming, 1991).

Las larvas del hospedero de los estados más avanzados (últimos estadios) matan un mayor porcentaje de parasitoides con el sistema de defensa externa (Takasu y Overholt, 1997), también se ha señalado en otras especies que la proporción de huevos encapsulados aumenta con la edad de la larva (estadios más avanzados) (Bauer *et al.*, 1998).

## **V. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **5.1 Ubicación de la investigación**

La presente investigación se realizó en las instalaciones del laboratorio de Centro de Producción de Insectos Útiles (CPIU), fundo Montelima (Empresa Caña Brava), ubicada a latitud 4°51'06.3"S, longitud 80°55'47.7"W, altitud 34 m.s.n.m. provincia Sullana, región Piura. Entre los meses de noviembre 2015 hasta mayo del 2016.

### **5.2 Materiales y equipos**

#### **5.2.1 Materiales**

- Porta y cubre objetos.
- Placas de Petri.
- Recipientes de plástico transparente con tapa (33ml, 250 ml).
- Tul fino (organza).
- Estante metálico.
- Pincel (N° 000), pinzas.
- Útiles de escritorio (lapicero, pegamento, cúter, tijera, cuaderno).

#### **5.2.2 Equipos**

- Microscopio CARL ZEISS.
- Estereoscopio MOTIC.
- Termo-higrómetro digital (TAYLOR).



### **5.3 Obtención del material biológico de *Cotesia flavipes* C.**

La masa de cocones de *Cotesia flavipes* fueron obtenidas del laboratorio (CPIU), estas masas fueron acondicionadas en tapers de plástico transparente de 250 ml cuya tapa fue modificada con tul fino hasta la emergencia de los adultos. Una vez emergidos, éstos fueron separados en grupos de tres (dos machos y una hembra) para así asegurarnos de la cópula.

### **5.4 Metodología para el estudio de la biología de *Cotesia flavipes* C.**

La masa de cocones utilizados para el inicio de la biología de *Cotesia flavipes* C. fueron obtenidas del laboratorio (CPIU), fundo Montelima, producto de la recuperación diaria que se realiza en dicho laboratorio, y que inició su pie de cría con *C. flavipes* traída desde el país de Costa Rica. Estos cocones fueron acondicionados en tapers de plástico transparente de 250 ml hasta la emergencia de los adultos, una vez emergido el adulto se le expuso una larva de *D. saccharalis*, originando el inicio de la biología de *C. flavipes*.

La biología del parasitoide se determinó durante los meses de marzo a mayo, en laboratorio. Para la determinación de la biología se tuvo en cuenta las tres primeras generaciones de *Cotesia flavipes*.

Para el inicio de la primera generación se utilizaron masas de cocones (provenientes del CPIU), una vez emergidos los adultos de *C. flavipes* fueron separados en grupos de tres (una hembra y dos macho), y fueron colocados en recipientes con tapa de plástico transparente de 30 ml en cuya tapa se hicieron pequeños agujeros con ayuda de una aguja, allí se mantuvieron para que copularan por un periodo de 24 horas, al segundo día es decir en el periodo entre 24 a 48 horas, a la hembra de *C. flavipes* se le expuso una larva de *D. saccharalis* para que sea parasitada una sola vez, luego del parasitismo cada larva fue colocada en una placa de Petri con dieta artificial.

Las larvas parasitadas de *D. saccharalis* fueron divididas en dos grupos:

- En el primer grupo se determinó la fase endoparasitaria, con la técnica de disección cada día (24 horas) donde se utilizaron aproximadamente 90 larvas (10 larvas/día).

- En el segundo grupo, se determinó todo el ciclo de desarrollo sin realizar la disección de la larva de *D. saccharalis*. Observándose 24 larvas.

*C. flavipes* es un endoparásitoide gregario es decir la cantidad de parasitoides (progenie) que produce dentro del huésped es mayor a uno, por ello para las dos generaciones siguientes (II y III) se esperó que emerja un adulto hembra y dos machos de cada masa de cócon obtenida en la generación anterior y a los dos días (24 a 48 horas) se le expuso una larva *D. saccharalis* a cada hembra oviplena de *C. flavipes* para que parasitara, el mismo procedimiento de la segunda generación se realizó para la tercera generación, completando así las tres generaciones de *C. flavipes*.

Para cada generación de *C. flavipes* se utilizó aproximadamente 114 larvas del V estadio de *Diatraea saccharalis* (para el parasitismo), 2 machos y 1 hembra de *C. flavipes* de cada cócon obtenido, haciéndose uso de un total de 228 machos y 114 hembras del parasitoide.

#### **5.4.1 Duración del periodo de incubación**

El periodo de incubación se evaluó desde la oviposición hasta la eclosión, el cual se desarrolló dentro de la larva de *D. saccharalis* y para poder determinarlo se disectaron 10 larvas de *D. saccharalis* las cuales fueron observadas con ayuda del microscopio CARL ZEISS cada 24 horas (1 día).

La técnica de disección consistió en hacer un pequeño corte con bisturí en los últimos segmentos abdominales de la larva de *D. saccharalis*, a la misma vez que se apretaba el cuerpo de la larva, produciéndose así la expulsión por la presión de la hemolinfa que contiene los huevos o larvas del parasitoide (Díaz, 1990).

#### **5.4.2 Duración del periodo larval**

Los estadios larvales I, II y III las cuales se desarrollan dentro de la larva de *D. saccharalis* fueron observados con el microscopio CARL ZEISS, estableciendo así el tiempo (días) de desarrollo de cada estadio larval; para ello se disectaron 10 larvas hospederas las cuales eran observadas cada 24 horas. La técnica de disección fue la misma

que la del periodo de incubación, con la diferencia que esta vez la hemolinfa contenía las larvas del parasitoide *C. flavipes*.

Para la determinación del estadio larval I, II y III, se tomó en cuenta la coloración, forma, tamaño y movilidad.

#### **5.4.3 Duración del periodo de incubación y periodo larval**

Estos dos periodos fueron evaluados desde el momento de parasitismo hasta que la larva sale del hospedero y se determinó en días, no se disectaron las larvas parasitadas para seguir con la biología de *C. flavipes*. El número de larvas observadas para este estudio fue de 24 larvas por generación.

#### **5.4.4 Duración del periodo pupal**

Este periodo se determinó desde el momento en que el estadio larval III del parasitoide sale del hospedero y empieza a tejer su cocón de seda (pre-pupa), formación del capullo hasta la emergencia del adulto.

### **5.5 Metodología para el estudio de los parámetros biológicos**

#### **5.5.1 Proporción de sexos**

La proporción de sexos se contabilizó cuando todos los adultos obtenidos de la biología murieron. La identificación del adulto macho y hembra se reconoció debido a que esta especie presenta dimorfismo sexual es decir los machos presentan antenas más largas que las hembras. La relación de sexos se expresó mediante la relación hembra/macho durante las tres generaciones.

### **5.5.2 Longevidad de adultos**

La determinación de la longevidad se realizó tanto para machos como para hembras, se individualizaron los cocones en pequeños recipientes de plástico transparentes (33 ml), cuando emergieron los adultos, éstos fueron sexados, individualizados y se colocó alimento preparado a base de agua con azúcar (proporción 1:3). El alimento preparado se dejó empapar en pedacitos de algodón, se colocaron en cada recipiente y se cambió diariamente. Para cada parámetro de alimentación se estudiaron a 10 individuos.

Parámetros a determinar:

1. Con alimento/con cópula (macho),
2. Con alimento/sin cópula (macho),
3. Sin alimento/con cópula (macho y hembra),
4. Sin alimento/sin cópula (macho y hembra),
5. Sin alimento/con cópula /sin oviposición (hembra),
6. Sin alimento/sin cópula/con oviposición (hembra),
7. Sin alimento/ con cópula /con oviposición (hembra),
8. Con alimento/ con cópula /sin oviposición (hembra),
9. Con alimento/sin cópula/con oviposición (hembra),
10. Con alimento/ con cópula /con oviposición (hembra).

En los parámetros 6, 7, 9 y 10 (con oviposición) a la hembras del parasitoide se le expuso una larva para que sea parasitada sólo una vez, en los parámetros 5 y 8 (sin oviposición) las hembras sólo fueron copuladas y no se les expuso ninguna larva.

### **5.5.3 Porcentaje de emergencia de adultos**

Una vez emergido los adultos se pasó a contar la cantidad avispas emergidas y las que no emergieron (entiéndase las que quedaron dentro de la masa del cocón). El resultado fue obtenido mediante la relación avispas emergidas sobre total de cocones por masa. Se evaluaron 20 cocones por generación.

#### **5.5.4 Periodo de pre-oviposición y tiempo de oviposición**

Se consideró como periodo de pre-oviposición, el tiempo que comprende la emergencia de la hembra hasta que esta oviposita en el hospedero (parasitismo), para ello se utilizaron cocones del laboratorio CPIU, una vez que empezaron a emerger los adultos, se separó una hembra y dos machos emergidos, se esperó a que se realice la cópula, una vez ocurrido esto la hembra fue colocada en recipientes de plástico transparente de 250 ml junto con una larva de *D. saccharalis*; se observó y se midió el tiempo desde que emergió el adulto hembra hasta el momento que parasitó por primera vez. Para este ensayo se estudiaron 10 individuos de *C. flavipes*.

El tiempo de oviposición fue determinado en segundos y se evaluó desde el momento que *C. flavipes* inicia actividad de oviposición hasta que termina el parasitismo sobre la larva hospedera.

#### **5.5.5 Capacidad de parasitismo de *Cotesia flavipes* C.**

Se aislaron individualmente 10 hembras oviplenas, a cada una se le expuso una larva de *D. saccharalis* que luego de ser parasitada se colocó en una placa de Petri con dieta. Pasado 2 horas a cada avispa se le presentó otra larva llegando a colocarse 6 larvas por avispa. Se registró la cantidad total de parasitoides que emergieron durante toda su vida y el número de larvas que logró parasitar.

#### **5.5.6 Número de larvas parasitadas por edad del parasitoide *Cotesia flavipes* C .sobre los estadios larvales IV, V y VI del hospedero *D. saccharalis*.**

En esta evaluación se quiso determinar a qué edad de emergencia del adulto del parasitoide y en que estadio larval de la plaga es más eficiente el parasitismo.

Se utilizaron hembras de *Cotesia* de 1, 2, 3 y 4 días de emergidas, previamente apareadas y larvas de *D. saccharalis* del IV, V y VI estadio. Para ello se colocaron 3 larvas del hospedero del mismo estadio (IV, V o VI) junto a una avispa de *Cotesia flavipes* (de 1,2,3

y 4 días) por el tiempo de 24 horas en un recipiente plástico de capacidad de 250 ml con tapa previamente modificada con tul fino. Luego del parasitismo cada larva de *D. saccharalis* fue independizada en una placa de Petri y se rotuló para su evaluación. Se realizaron 5 repeticiones

### **5.6 Metodología para el estudio del comportamiento**

En la crianza se observó el comportamiento del adulto *Cotesia flavipes*, se determinó el momento y tiempo de emergencia, el apareamiento, tipo de reproducción, y oviposición. Para el estudio se utilizaron recipientes de plástico transparente de 250 ml con tapa previamente modificada con tul fino.

### **5.7 Registro de temperatura y humedad relativa en laboratorio**

Para el presente estudio los datos de temperatura y humedad relativa fueron registrados diariamente con un termo-higrómetro marca “Taylor”.

### **5.8 Diseño estadístico**

Se realizó una comparación de medias entre las tres generaciones en estudio, empleándose el modelo estadístico No paramétrico. La prueba empleada fue la de Kruskal-Wallis, con un nivel de significación de 0.05.

Para la comparación de medias de la longevidad de adultos se empleó la prueba estadística de Mann-Whittman con un nivel de significación de 0.05.

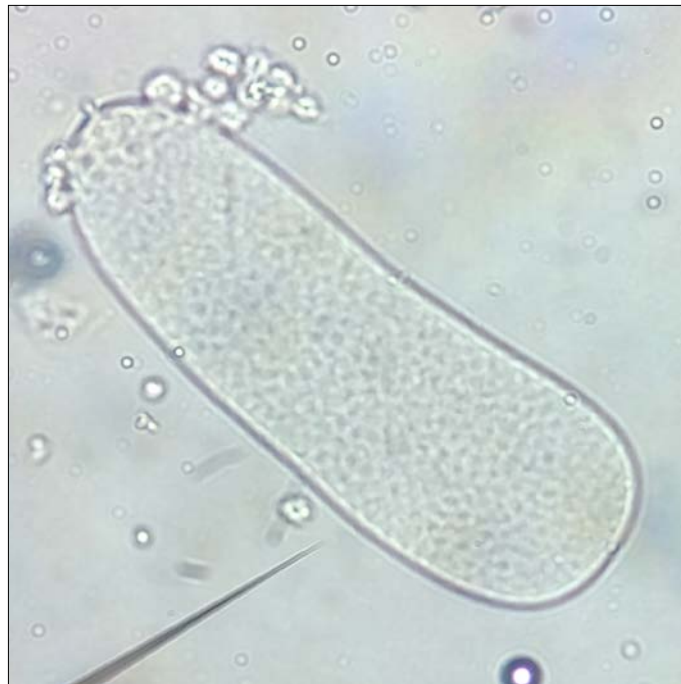
Para la comparación de medias del número de larvas parasitadas por edad del parasitoide *Cotesia flavipes* C. sobre los estadios larvales IV, V y VI del hospedero *D. saccharalis*.se empleó la prueba estadística Kruskal-Wallis, con un nivel de significación de 0.05.

## VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 6.1 Biología de *Cotesia flavipes* C.

#### 6.1.1 Periodo de incubación

Los huevos de *Cotesia flavipes* C. fueron colocados dentro del cuerpo de su hospedero (endoparásitoide); son translúcidos y tienen forma ovalada con sus extremos ligeramente redondeados; sin embargo, la parte anterior es más angosta que la posterior (Figura 1). Estas características son similares a las descritas por Fajardo (1992) y Hernández (2010).



**Figura 1: Huevo de *Cotesia flavipes* C. vista en el microscopio (objetivo 40X)  
(Fotografía: S. Astola, 2016)**

**Cuadro 1: Periodo de incubación en las tres generaciones de *Cotesia flavipes* C., bajo condiciones de laboratorio. Sullana, Piura-Perú. 2016.**

Generación	Número de individuos	Desarrollo promedio (días)	Rango de desarrollo (días)	Promedio T° (°C)	Promedio HR (%)
I	10	2.2±0.4	2-3	28.9±0.1	62.7±4.0
II	10	2.9±0.3	2-3	28.6±0.5	63.8±3.8
III	10	2.3±0.5	2-3	28.1±0.2	58.8±1.0

FUENTE: Elaboración propia

*Cotesia flavipes* C. en condiciones de laboratorio presentó un promedio de 2.2 días en la primera generación a 28.9°C de temperatura media y 62.7% de humedad relativa; 2.9 días en la segunda generación a 28.6°C y 63.8% y 2.3 días en la tercera generación a 28.1°C y 58.8% HR. (Cuadro 1, Anexo 1).

El número de días promedio del periodo incubación de la segunda generación presentó diferencias significativas respecto a la primera y tercera generación (Anexo 20). El número de días promedio de las tres generaciones fue 2.5 a 28.5°C y 61.8% HR. En Ecuador, Fajardo (1992) registró un promedio de 3 días, a temperatura constante en laboratorio de 26.8°C±1.2°C y 76.0±3.9% HR. Hernández (2010) en Venezuela, registró una duración de 3.2 ± 0.25 días a temperatura constante de 27 ± 2°C y 80% HR. Los datos obtenidos por los autores mencionados difieren con los resultados del presente estudio. Esto podría deberse a que en ambos casos las temperaturas fueron menores, las humedades relativas mayores y se mantuvo de manera controlada y constante en laboratorio.

### 6.1.2 Periodo larval

*Cotesia flavipes* C. presenta tres estadios larvales, las mudas ocurren en el interior de la larva hospedera, la larva del tercer estadio de *Cotesia flavipes* sale de ésta haciendo agujeros a lo largo de todo el cuerpo y seguidamente se inicia la formación del cocón. Las larvas en la parte anterior son algo redondeada y en la parte posterior es de tipo caudada vesiculada y a ese nivel se diferencian los 3 estadios larvales. Estas características son similares a las descritas por Cueva *et al.* (1980), Fajardo (1992) y Hernández (2010).



### A. Estadio larval I

La larva del primer estadio es muy móvil, traslúcida. Se puede observar el tubo digestivo a lo largo de todo el cuerpo. Además en la parte posterior se observa una leve constricción (Figura 2).



**Figura 2: Primer estadio larval de *Cotesia flavipes* C. vista en el microscopio (Objetivo 10X) (Fotografía: S. Astola, 2016)**

**Cuadro 2: Primer estadio larval en las tres generaciones de *Cotesia flavipes* C., bajo condiciones de laboratorio. Sullana, Piura-Perú. 2016.**

Generación	Número de individuos	Desarrollo promedio (días)	Rango de desarrollo (días)	Promedio T° (°C)	Promedio HR (%)
I	10	3.2±0.4	3-4	29.0±0.4	60.5±1.1
II	10	3.2±0.4	3-4	28.7±0.4	60.5±0.5
III	10	3.5±0.5	3-4	28.0±0.1	59.4±0.9

FUENTE: Elaboración propia

*Cotesia flavipes*, en condiciones de laboratorio presentó un estadio larval I promedio de 3.2 días en la primera generación a 29.2°C de temperatura media y 60.5% HR; 3.2 días en la segunda generación a 28.6°C y 60.5% HR y 3.5 días en la tercera generación a 28.1°C y 59.4 % HR (Cuadro 2, Anexo 2).

No se presentan diferencias significativas en la duración media del estadio larval I durante las tres generaciones (Anexo 21). El promedio de días para las tres generaciones fue de 3.3 a 28.6±0°C y 60.1±1% HR., este resultado no coincide con el registrado por Hernández (2010), quien registró 6.22±0.26 días a 27 ± 2°C y 80% HR, esto se debe a que la T° que menciona este último fue menor y la HR mayor a la registrada, evidenciando el efecto de la temperatura en el presente estudio.

## **B. Estadio larval II**

Las larvas de *Cotesia flavipes* en este estadio son de forma cilíndrica, se puede observar las líneas intersegmentarias y las larvas son más sinuosas, el último segmento tiene forma vesiculada y más constricta que la larva I, además presenta un color cremoso (Figura 3).



**Figura 3: Segundo estadio larval de *Cotesia flavipes* C. vista en el microscopio (Objetivo 4X) (Fotografía: S. Astola, 2016)**

**Cuadro 3: Segundo estadio larval en las tres generaciones de *Cotesia flavipes* C., bajo condiciones de laboratorio. Sullana, Piura-Perú. 2016.**

Generación	Número de individuos	Desarrollo promedio (días)	Rango de desarrollo (días)	Promedio T° (°C)	Promedio HR (%)
I	10	2.3±0.5	2-3	28.6±0.6	60.8±1.0
II	10	2.4±0.5	2-3	28.9±0.2	60.3±0.8
III	10	2.7±0.5	2-3	28.0±0.4	60.0±1.2

FUENTE: Elaboración propia

*Cotesia flavipes* C. bajo condiciones de laboratorio, presentó un estadio larval II promedio de 2.3 días en la primera generación a 28.6°C de temperatura media y 60.8% HR; 2.4 días en la segunda generación a 28.9°C y 60.3 HR y 2.7 días en la tercera generación a 28.1°C y 60% HR (Cuadro 3, Anexo 3).

La duración media del estadio larval II en las tres generaciones no presenta diferencias significativas (Anexo 22). El promedio de días para las tres generaciones fue de 2.5 y fue menor a la duración del primer estadio larval, este resultado coincide con Hernández (2010), quien registró 2.19±0.08 días, sin embargo la T° y HR que menciona éste último fue 27 ± 2°C y 80% HR y en el presente estudio fue de 28.6°C y 60.4% respectivamente, las cuales difieren.

### C. Estadio larval III

Se aprecia la cápsula cefálica esclerotizada, es menos móvil que la del estadio anterior, la parte posterior es mucho más constricta que la larva II tomando una forma de globo. (Figura 4). Este estadio al completar su desarrollo sale del hospedero (Figura 5).



**Figura 4: Tercer estadio larval de *Cotesia flavipes* C. vista desde el microscopio (Objetivo 4X) (Fotografía: S. Astola, 2016)**



**Figura 5: Tercer estadio larval de *Cotesia flavipes* C. saliendo del hospedero *D. saccharalis* (Fotografía: S. Astola, 2016)**

**Cuadro 4: Tercer estadio larval en las tres generaciones de *Cotesia flavipes* C., bajo condiciones de laboratorio. Sullana, Piura-Perú. 2016.**

Generación	Número de individuos	Desarrollo promedio (días)	Rango de desarrollo (días)	Promedio T° (°C)	Promedio HR (%)
I	10	1.3±0.5	1-2	28.7±0.4	62.0±1.0
II	10	1.1±0.3	1-2	29.0±0.0	61.8±0.7
III	10	1.4±0.5	1-2	28.2±0.1	59.0±1.1

FUENTE: Elaboración propia

*Cotesia flavipes* C. bajo condiciones de laboratorio, presentó un periodo larval III promedio de 1.3 días en la primera generación a 28.7°C de temperatura media y 62.0% HR; 1.1 días en la segunda generación a 29.0°C y 61.8 HR y 1.4 días en la tercera generación a 28.1°C y 59% HR (Cuadro 4, Anexo 4).

No se presentan diferencias significativas en las tres generaciones respecto a la duración media del estadio larval III (Anexo 23). El promedio de días para las tres generaciones fue de 1.3. Hernández (2010), registró  $1.06 \pm 0.02$  días a  $27 \pm 2^\circ\text{C}$  y 80% HR bajo condiciones controladas de laboratorio. El número de días coincide con el registrado por Hernández, sin embargo los registros de T° y HR no fueron los mismos debido a que en el presente estudio se obtuvo un promedio de  $28.6 \pm 0.2^\circ\text{C}$  y  $60.9 \pm 0.9\%$  HR respectivamente.

**Cuadro 5: Periodo larval promedio por estadios de *Cotesia flavipes* C., bajo condiciones de laboratorio. Sullana, Piura-Perú. 2016.**

Generación	Larva I	Larva II	Larva III	Total	Promedio T (°C)	Promedio HR (%)
I	3.2±0.4	2.3±0.5	1.3±0.5	6.8±0.5	28.8±0.5	61.1±1.0
II	3.2±0.4	2.4±0.5	1.1±0.3	6.7±0.4	28.9±0.2	60.9±0.7
III	3.5±0.5	2.7±0.5	1.4±0.5	7.6±0.5	28.1±0.2	59.5±1.1
Promedio larval				7.0±0.5	28.6±0.3	60.5±0.9

FUENTE: Elaboración propia.

En el Cuadro 5 se evidencia que el estadio larval III fue el más corto, en duración de días, con respecto a los estadios larvales I y II, además se observa que el estadio larval I fue el que presentó mayor duración de días para su desarrollo.

### 6.1.3 Periodo de incubación y periodo larval

El periodo de incubación y larval de *Cotesia flavipes*, se desarrollaron al interior del cuerpo del hospedero *D. saccharalis*, ambos periodos presentaron 8.8 días, 9.5 y 9.9 días en la I, II y III generación respectivamente (Cuadro 6).

**Cuadro 6: Periodo de incubación - periodo larval en las tres generaciones de *Cotesia flavipes* C., bajo condiciones de laboratorio. Sullana, Piura-Perú. 2016.**

Generación	Número de individuos	Desarrollo promedio (días)	Rango de desarrollo (días)	Promedio T° (°C)	Promedio HR (%)
I	24	8.8±0.4	8-9	28.9±0.3	61.4±2.5
II	24	9.5±1.1	9-12	28.8±0.3	62.1±2.8
III	24	9.9±1.0	9-12	28.1±0.2	58.9±1.2

FUENTE: Elaboración propia

*Cotesia flavipes* C. bajo condiciones de laboratorio, presentó un periodo incubación - periodo larval promedio de 8.8 días en la primera generación a 28.9°C y 61.4% HR; 9.5 días en la segunda generación a 28.8°C y 62.1 HR y 9.9 días en la tercera generación a 28.1°C y 58.9% HR (Cuadro 6, Anexo 5).

El número de días promedio del periodo de incubación y periodo larval de la primera generación presentó diferencias significativas respecto a la segunda y tercera generación (Anexo 24). El promedio de días para las tres generaciones fue 9.4 a temperatura 28.6°C y 60.8% HR promedio. Cueva *et al.* (1980) en Perú, registró 11±1.1 días a 28.05° C y 67.86 HR y 10.5 ±2.3 días a 25.3°C y 66.26% HR. Loor (1989) encontró una duración de 10 a 12 días a una temperatura de 28°C y 70% HR. Fajardo (1992), en Ecuador, registró 11.8 días, a temperatura constante de 26.8°C±1.2°C y 76.0±3.9% HR. Hernández (2010), en Venezuela, registró para ambos periodos 12.7 días a temperatura 27±2°C y 80% HR. Ninguno de estos resultados coincide con los obtenidos en el presente estudio, esto debido a que la temperatura promedio que se registró fue mayor y la HR promedio fue menor a la registrada por los autores anteriores, además los autores mencionados registran un periodo de incubación y estadio larval I mayor a lo encontrado.

#### 6.1.4 Periodo pupal

La pre pupa tiene una duración de un día para las tres generaciones, se inicia desde que la larva III sale del hospedero y empieza a tejer su cocón de seda. La pupa es de tipo exarate

y se encuentra dentro del cocón que en un inicio es de color blanquecino y con el pasado de los días va tornándose color gris oscuro (Figura 6).



**Figura 6: Periodo pupal de *Cotesia flavipes* C. vista en el estereoscopio (Fotografía: S. Astola, 2016)**

**Cuadro 7: Periodo pupal en las tres generaciones de *Cotesia flavipes* C., bajo condiciones de laboratorio. Sullana, Piura-Perú. 2016.**

Generación	Número de individuos	Desarrollo promedio (días)	Rango de desarrollo (días)	Promedio T° (°C)	Promedio HR (%)
I	24	5.3±0.5	4-6	28.8±0.5	63.8±3.6
II	24	5.8±0.4	5-6	28.3±0.4	58.4±1.4
III	24	5.7±0.5	5-6	27.8±0.2	56.4±0.9

FUENTE: Elaboración propia

*Cotesia flavipes* C. bajo condiciones de laboratorio, presentó un periodo pupal promedio de 5.4 días en la primera generación a 28.6°C de temperatura media y 63.0% HR; 5.7 días en la segunda generación a 28.2°C y 60.0 HR) y 5.7 días en la tercera generación a 28.1°C y 59.0% HR (Cuadro 7, Anexo 6).

El número de días promedio del periodo pupal de la primera generación presentó diferencias significativas respecto a la segunda y tercera generación (Anexo 25). El promedio de días en las tres generaciones fue  $5.6 \pm 0.5$  a  $28.3 \pm 0.4^\circ\text{C}$  y  $59.5 \pm 2.0\%$  HR promedio. Estos resultados coinciden con Hernández (2010), Venezuela, quien registró  $5.47 \pm 0.68$  días. Sin embargo, la  $T^\circ$  y HR constante registrada fue de  $27 \pm 2^\circ\text{C}$  y  $80\%$  HR respectivamente. Cueva *et al.* (1980) registraron en Perú un promedio de 6.7 días a  $T^\circ$   $28.05$  y  $67.86\%$  HR y 10.6 días a  $25.3^\circ\text{C}$  y  $66.26\%$  HR y Fajardo (1992), en Ecuador, registró  $6.78 \pm 1.54$  días, a temperatura constante de  $26.8^\circ\text{C} \pm 1.2^\circ\text{C}$ , HR  $76.0 \pm 3.9\%$ .

### 6.1.5 Ciclo de desarrollo

El ciclo de desarrollo de *Cotesia flavipes* se estudió para las tres generaciones, en condiciones de laboratorio.

**Cuadro 8: Ciclo de desarrollo en las tres generaciones de *Cotesia flavipes* C., bajo condiciones de laboratorio. Sullana, Piura-Perú. 2016.**

Generación	Individuos	Días			Promedio	
		Periodo incubación- periodo larval	Pupa	Total	$T^\circ\text{C}$	H.R
I	24	8.8	5.3	14.1	$28.9 \pm 0.5$	$62.1 \pm 2.9$
II	24	9.5	5.8	15.3	$28.5 \pm 0.5$	$60.6 \pm 2.9$
III	24	9.9	5.7	15.6	$28.0 \pm 0.2$	$58.0 \pm 1.6$
Promedio		9.4	5.6	15.0	$28.5 \pm 0.4$	$60.2 \pm 2.5$

FUENTE: Elaboración propia

La primera generación (marzo), se desarrolló a una temperatura media de  $28.9^\circ\text{C}$  y  $62.1\%$  HR. La segunda generación (Abril) se desarrolló a  $28.5^\circ\text{C}$  y  $60.6\%$  HR promedio. Y, la tercera generación (abril – mayo), a  $28.0^\circ\text{C}$  y  $58.0\%$  HR promedio.

La duración de la biología promedio fue de 14.1 días para la I generación, 15.3 días en la II generación y 15.6 días en la III generación (Cuadro 8, Anexos 7 al 9).



El número de días promedio del ciclo de desarrollo de la primera generación presentó diferencias significativas respecto a la segunda y tercera generación (Anexo 26). El promedio de días del ciclo de desarrollo en las tres generaciones fue 15 a  $28.5 \pm 0.4^{\circ}\text{C}$  y  $60.2 \pm 2.5\%$  de HR. Cueva *et al.* (1980), registraron 17.2 días promedio a  $28.05^{\circ}\text{C}$  y 67.86 HR y 21.6 días a  $25.3^{\circ}\text{C}$  y  $66.26\%$  HR. Fajardo (1992) registró un promedio de 18.5 días a temperatura constante de  $26.8^{\circ}\text{C} \pm 1.2^{\circ}\text{C}$ ,  $76.0 \pm 3.9\%$  HR. Hernández (2010) registró un promedio de 18.2 días a  $27 \pm 2^{\circ}\text{C}$  y  $80\%$  HR. Los resultados obtenidos en el presente estudio no coinciden con los registrados por los autores mencionados, esto se debe a que la  $T^{\circ}$  promedio del presente estudio fue mayor y la HR menor.

## 6.2 Parámetros biológicos

### 6.2.1 Proporción de sexos

El número de hembras fue mayor en las tres generaciones, obteniéndose una proporción de sexos mínima de 3.7 hembras por macho y una proporción máxima de 4.1 hembras por macho. Observándose una mayor relación de hembras sobre machos en las tres generaciones (Cuadro 9, Anexo 10).

**Cuadro 9: Proporción de sexos promedio en las tres generaciones de *Cotesia flavipes* C., bajo condiciones de laboratorio. Sullana, Piura-Perú. 2016.**

Generación	Número de masas de cocones	Número de hembras	Número de machos	Proporción Hembra : Macho
I	24	53	13	4.0:1
II	24	30	7	4.1:1
III	24	55	15	3.7:1

FUENTE: Elaboración propia

La proporción de sexos promedio en las tres generaciones estudiadas fue de 3.9 hembras por cada macho. Este resultado es similar al encontrado por Fajardo (1992), quien establece una relación promedio de 4.0 hembras por cada macho.



**Figura 7: Comparación del macho (lado derecho, antenas largas) y hembra (lado izquierdo, antenas cortas) de *Cotesia flavipes* C., vistas en microscopio (Fotografía: S. Astola, 2016)**

### **6.2.2 Longevidad de adultos**

La longevidad de adultos de *Cotesia flavipes* bajo condiciones de laboratorio, en machos con alimento que copularon tuvieron un promedio de 3.58 días y los que no copularon tuvieron un promedio de 4.0 días, en base a los resultados no se encontraron diferencias significativas entre las longevidades medias evaluadas (Anexo 27).

Los machos que no fueron alimentados y que copularon tuvieron un promedio de 0.75 días y los que no fueron alimentados y no copularon tuvieron un promedio de 1.68 días, en base a los resultados se encontraron diferencias significativas entre las longevidades medias evaluadas (Anexo 28).

Para las hembras que recibieron alimento, copularon y que ovipositaron se obtuvo un promedio de 2.91 días y las que recibieron alimento, copularon y no ovipositaron se obtuvo un promedio de 3.89 días, en base a los resultados se encontraron diferencias significativas entre las longevidades medias evaluadas (Anexo 29).

Para las hembras que no recibieron alimento, copularon y que ovipositaron se obtuvo un promedio de 0.96 días y las que no recibieron alimento, copularon y no ovipositaron se obtuvo un promedio de 1.56 días, en base a los resultados se encontraron diferencias significativas entre las longevidades medias evaluadas (Anexo 30).

Las hembras que fueron alimentadas y no copularon presentaron un promedio de 4.39 días y las que no fueron alimentadas y no copularon presentaron un promedio de 1.97 días, en base a los resultados se encontraron diferencias significativas entre las longevidades medias evaluadas (Anexo 31).

**Cuadro 10: Longevidad de *Cotesia flavipes* C., en días, por efecto de la alimentación, cópula y oviposición, bajo condiciones de laboratorio. Sullana-Piura. 2016.**

	Machos		Hembras		
	Con Cópula	Sin cópula	Con cópula		Sin cópula
			Con oviposición	Sin oviposición	
Con alimento	3.58	4.00	2.91	3.89	4.39
Sin alimento	0.75	1.68	0.96	1.56	1.97

FUENTE: Elaboración propia

Jervis y Copland (1996) señalaron que la longevidad de los parasitoides está influenciada por diversos factores tales como tamaño del insecto, apareamiento, oviposición, temperatura, humedad, fotoperiodo y dieta. Carey *et al.* (1988) señalaron que los insectos que son sometidos a apareamiento y parasitación tienen menos tiempo de vida que los individuos vírgenes, esto debido al costo de energía de la reproducción. En base a esta información en el presente estudio se encontró efecto en la longevidad entre las hembras apareadas y que ovipositaron con respecto a las hembras que no copularon (vírgenes), viviendo estas últimas más tiempo. Los machos que no recibieron alimento y copularon vivieron menos tiempo que los que no se alimentaron y no copularon pero cuando estos se alimentaron y copularon no se encontraron diferencias en su longevidad respecto a los que se alimentaron y no copularon. Así mismo, los que recibieron alimento tuvieron una longevidad mayor a los que no recibieron (para hembras y machos).

En nuestros resultados (Cuadro 10, Anexos 11,12), se puede observar que la longevidad en general tanto para hembras y machos es corta (menor a 5 días) y ello debe tenerse en cuenta cuando se desea hacer liberaciones en campo.

### 6.2.3 Porcentaje de emergencia de adultos

En las tres generaciones evaluadas *Cotesia flavipes* C. llegó a alcanzar un promedio de porcentaje de emergencia de 89.8% en la primera generación, 87.1% en la segunda generación y 96.8% en la tercera generación. Las temperaturas y humedades relativas en la primera, segunda y tercera generación fueron 28.4°C y 67.0%, 27.8°C y 57.9%, 27.6°C y 56.3%, respectivamente (Cuadro 11, Anexo 15).

**Cuadro 11: Porcentaje de emergencia de adultos en las tres generaciones de *Cotesia flavipes* C., bajo condiciones de laboratorio. Sullana-Piura. 2016**

Generación	Número de cocones	Adultos emergidos	% de Emergencia	Promedio de T (° C)	Promedio HR (%)
I	73	66	89.8	28.4	67.0
II	43	37	87.1	27.8	57.9
III	72	70	96.8	27.6	56.3

FUENTE: Elaboración propia

### 6.2.4 Periodo de pre-oviposición y tiempo de oviposición

El periodo de pre-oviposición promedio fue 37.9 minutos además el tiempo de oviposición promedio fue 6.1 segundos promedio (Cuadro 12, Anexos 13, 14).

**Cuadro 12: Periodo de pre-oviposición y tiempo de oviposición de *Cotesia flavipes* C., bajo condiciones de laboratorio. Sullana, Piura-Perú. 2016.**

Periodo	Número de individuos	Tiempo promedio	Rango de tiempo
Pre-oviposición (min.)	10	37.9	15-78
Oviposición (seg.)	10	6.1	3.8-8.8

FUENTE: Elaboración propia

El periodo de pre-oviposición difiere con lo encontrado por Ayquipa (1984), quien registró un tiempo de 24 horas. En tanto que, el tiempo de oviposición es similar al encontrado por Cueva *et al.* (1980) quienes registraron 6.8 segundos.

### 6.2.5 Capacidad de parasitismo de *Cotesia flavipes* C.

Una hembra de *C. flavipes* es capaz de parasitar como máximo 2 larvas y mínimo 1 larva hospedera. La cantidad de individuos producidos disminuyó en la segunda oviposición. Se obtuvo un promedio de 73.9 individuos en una sola oviposición y 36.7 individuos en los que hicieron dos oviposiciones (Cuadro 13).

**Cuadro 13: Capacidad de parasitismo de *Cotesia flavipes* C., bajo condiciones de laboratorio. Sullana, Piura-Perú. 2016.**

N° de hembras de <i>Cotesia flavipes</i> C.	PARASITISMO		Total de cocones
	1 larva	2 larvas	
R1	76	-	76
R2	94	33	127
R3	61	25	86
R4	67	52	119
R5	53	-	53
R6	54	-	54
R7	128	-	128
R8	48	-	48
R9	97	-	97
R10	61	-	61
Promedio	73.9	36.7	
Rango	53-128	33-52	

FUENTE: Elaboración propia

$$T^{\circ} = 28.1^{\circ}\text{C} \quad \text{HR} = 58.8\%$$

### 6.2.6 Número de larvas parasitadas por edad del parasitoide *Cotesia flavipes* C. sobre los estadios larvales IV, V y VI del hospedero *Diatraea saccharalis*.

**Cuadro 14: Número de larvas parasitadas por *Cotesia flavipes* C. de un día de edad a tres estadios del hospedero.**

Estadio larval del hospedero	Repeticiones					Larvas parasitadas
	1	2	3	4	5	
IV	1	1	2	1	1	6
V	1	1	2	1	1	6
VI	1	1	1	1	1	5

**Cuadro 15: Número de larvas parasitadas por *Cotesia flavipes* C. de dos días de edad tres estadios del hospedero.**

Estadio larval del hospedero	Repeticiones					Larvas parasitadas
	1	2	3	4	5	
IV	2	1	1	2	0	6
V	1	2	2	2	1	8
VI	1	2	1	2	1	7

**Cuadro 16: Número de larvas parasitadas por *Cotesia flavipes* C. de tres días de edad a tres estadios del hospedero.**

Estadio larval del hospedero	Repeticiones					Larvas parasitadas
	1	2	3	4	5	
IV	1	2	1	0	1	5
V	1	1	1	2	2	7
VI	1	0	1	1	2	5

**Cuadro 17: Número de larvas parasitadas por *Cotesia flavipes* C. de cuatro días de edad a tres estadios del hospedero.**

Estadio larval del hospedero	Repeticiones					Larvas parasitadas
	1	2	3	4	5	
IV	1	1	1	0	2	5
V	1	0	1	0	1	3
VI	1	1	1	1	1	5

En los Cuadros 14 al 17 se puede observar que *Cotesia flavipes* C. en algunos casos no llegó a parasitar ninguna larva de *D. saccharalis* y como máximo parasitó 2 larvas de las 3 larvas que fueron colocadas para el estudio.

No existen diferencias significativas en el número de larvas parasitadas por edad del parasitoide *Cotesia flavipes* C. sobre las larvas de los estadios IV, V y VI de *Diatraea saccharalis* (Anexo 32). Evidenciando que *Cotesia flavipes* C. no tiene preferencia por ninguno de los tres estadios de su hospedero.

### 6.3 Comportamiento de *Cotesia flavipes* C.

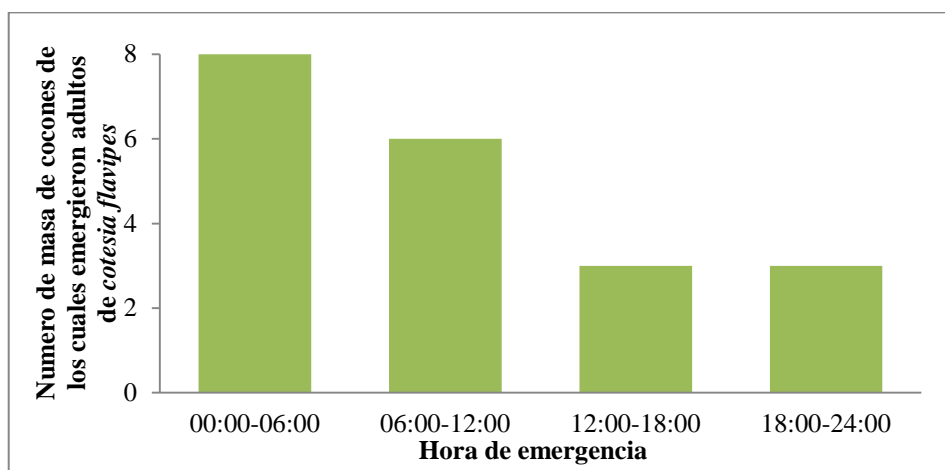
#### 6.3.1 Emergencia del adulto

La emergencia del adulto se produce en cualquier hora del día, pero la mayor emergencia ocurre en horas de la madrugada (00:00–06:00 a.m.) y en la mañana (06:00-12:00 horas), en menor cantidad en horas de la tarde y la noche (Anexo 19).

Antes de la emergencia del adulto de *Cotesia flavipes*, se observa que éste inicia su salida masticando el cocón en un solo extremo (donde se encuentra su cabeza), saca su par de antenas por ese orificio, acto siguiente saca sus patas anteriores impulsándose y agitando sus alas prosigue a sacar sus patas posteriores y el resto de su cuerpo. Al término de la emergencia camina unos segundos junto a la masa de cocones y empiezan a limpiar su cuerpo con su aparato bucal. Estas características son similares a las observadas por Cueva *et al.* (1980).



**Figura 8:** Orificio de salida de *Cotesia flavipes* del cocón. (Fotografía: S. Astola, 2016)



FUENTE: Elaboración propia

**Figura 9:** Hora de emergencia promedio de adultos de *Cotesia flavipes* C. durante las tres generaciones, en condiciones de laboratorio. Sullana, Piura-Perú. 2016.

### 6.3.2 Apareamiento

Una vez ocurrida la emergencia el macho es capaz de copular a la hembra, siendo el macho más precoz, pero es la hembra quien determina este momento, pasado un tiempo máximo de 94 minutos y un mínimo de 1 minuto, con un promedio de pre-apareamiento de 32.6 minutos, ambos se encuentran aptos para realizar la cópula (Anexo 16).

*C. flavipes* presenta un hábito de apareamiento polígamo, el macho es capaz de copular de 5 a 14 hembras (Anexo 18). Para ello el macho generalmente hace varios intentos para copular a la hembra, previo a la cópula el macho extiende las alas y las agita rápidamente sin volar y de ésta manera se acerca a la hembra por la parte de atrás, cuando el macho es aceptado por la hembra, ésta se queda inmóvil y en seguida el macho se posiciona sobre ella con sus patas anteriores, las posteriores quedan apoyadas en la superficie y su abdomen se curva haciendo coincidir su genital con los de la hembra, el macho queda erguido con sus alas extendidas, ambos quedan inmóviles durante unos 8-21 segundos, tiempo de cópula (Anexo 17). Luego de este acto la hembra empieza a caminar llevando sobre ella al macho, éste trata de sujetarse pero la hembra continúa caminando y agitando sus alas para liberarse y es aquí donde el macho hace un pequeño salto hacia atrás y termina la cópula.

Los resultados del periodo de pre-apareamiento, número de cópulas y tiempo de cópula difieren con los de Cueva *et al.* (1980), quienes registraron que el pre-apareamiento se da en un periodo de 10 a 20 minutos, el macho es capaz de copular de 12 a 20 hembras y el tiempo que ocurre la cópula dura entre 6 a 10 segundos.

### 6.3.3 Reproducción

Presenta una reproducción sexual y una reproducción partenogénica de tipo arrenotoquia; cuando hay cópula, los huevos fertilizados dan lugar a individuos machos y hembras; cuando no hay cópula (hembras vírgenes), los huevos no fertilizados dan origen sólo a individuos machos. Este tipo de reproducción es descrita por Cueva *et al.* (1980), Ayquipa (1984) y Fajardo (1992).



### 6.3.4 Oviposición

Luego de ocurrida la cópula las hembras de *Cotesia flavipes* se encuentran inmediatamente dispuestas a ovipositar en la larva de *Diatraea saccharalis* siempre y cuando la larva sea expuesta. El lugar de oviposición sobre la larva varía, generalmente ocurre en los últimos segmentos abdominales. Previo a la oviposición el parasitoide camina alrededor y por encima de la larva, localizando el lugar para oviponer, una vez localizado, el parasitoide se posa sobre la larva e inmediatamente dobla el abdomen, dirigiendo su ovipositor quedándose inmóvil y con las alas extendidas, la larva al sentir el aguijón reacciona moviendo su cabeza hacia el lugar donde está siendo picado, lanzando en ocasiones un líquido amarillo-verdoso desde su aparato bucal, si este líquido cae directo a la avispa, ésta queda inmovilizada por un tiempo y en algunas ocasiones causa la muerte de la avispa, en su intento por librarse del líquido.



**Figura 10: Momento de oviposición de *Cotesia flavipes* C. en larva de *Diatraea saccharalis* F. (Fotografía: S. Astola, 2016)**

## VII. CONCLUSIONES

1. El periodo de incubación promedio de *Cotesia flavipes* C. fue de 2.5 días a 28.5°C y 61.8% HR.
2. *Cotesia flavipes* C. presentó tres estadios larvales. La duración del primer estadio larval fue mayor que la del segundo y tercer estadio, para las tres generaciones. Se obtuvo un promedio de 3.3 días para el estadio larval I, 2.5 días para el estadio larval II y 1,3 días para el estadio larval III. El estadio larval I es más móvil que el estadio larval II y III, además es el estadio larval III quien sale de cualquier parte del cuerpo del hospedero parasitado.
3. El periodo pupal promedio de *Cotesia flavipes* C. fue 5.6 días a 28.3 °C y 59.5% HR.
4. El ciclo de desarrollo de *Cotesia flavipes* C. tuvo un promedio de 15 días.
5. La emergencia de adultos fue mayor en horas de la madrugada y mañana (00:00 horas-12:00 horas)
6. La longevidad de adultos de *Cotesia flavipes* C. fue mayor en machos y hembras cuando recibieron alimento.
7. La hembras apareadas de *Cotesia flavipes* C. presentaron periodo de pre-oviposición de 37.9 minutos promedio y tiempo de oviposición (parasitismo) de 6.1 segundos promedio.

8. La capacidad de parasitismo en las hembras de *Cotesia flavipes* C. fue de máximo 2 larvas y mínimo 1 larva de *D. saccharalis* F., produciéndose un promedio de 73.9 individuo adultos cuando parasitaba 1 larva y 36.9 individuos adultos cuando parasitaba 2 larvas.

9. *Cotesia flavipes* C. parasita sin preferencia los estadios larvales IV, V y VI de *Diatraea saccharalis* F.

10. *Cotesia flavipes* C., tiene apareamiento polígamo. El macho copula con 5 a 14 hembras. El promedio de pre-apareamiento fue de 32.6 minutos y el tiempo promedio de cópula fue 13.4 segundos, además presenta reproducción sexual y partenogénesis tipo arrenotoquia.

## VIII. RECOMENDACIONES

Se debe tener en cuenta una buena crianza del hospedero *Diatraea saccharalis* F., antes de iniciar con los estudios de la biología de *Cotesia*, ya que el desarrollo del parasitoide depende del hospedero.

Se debería complementar el estudio bajo condiciones controladas a distintas temperaturas y humedades relativas para determinar la influencia de estos sobre el desarrollo del parasitoide.

Determinar el efecto que producen los insecticidas usados para el control de plagas en campo sobre *Cotesia flavipes* C.

## IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alam, MM; Bennett, FD; Cari, KP. 1971. Biological control of *Diatraea saccharalis* (F.) in Barbados by *Apanteles flavipes* Cam. and *Lixophaga diatraea* T. Entomophaga 16:151-158.

Andrews, KL; Barfield, C. 1984. A description of the Project "Integrated Pest Management" in Honduras. Ceiba 25:140-150.

Askew, R. 1971. Parasitic Insects. New York, Estados Unidos. American Elsevier Pub. Co. 316 p.

Ayquipa, G; Cueva, M. 1979. Nombres científicos y comunes de los insectos que atacan a la caña de azúcar en el Perú. Rev. Per. Ent. 22(1):95-97.

Ayquipa, G. 1984. Crianza masiva y aspectos de la biología de *Apanteles flavipes* Cameron (Hym.: Braconidae) en larvas de *Diatraea saccharalis* Fabr. (Lep.: Crambidae). Tesis de doctorado. Trujillo, Perú. UNT.

Badilla, F; Gómez, J. 2003. Pérdidas de azúcar causadas por *Diatraea* spp. en Nueva Concepción. El Salvador. Revista Manejo Integrado de Plagas y Agroecología 67:18-22.

Bauer, E; Treneczek, T; Dorn, S. 1998. Instar dependent hemocyte changes in shape *Pieris brassicae* after parasitisation by shape *Cotesia glomerata*. Zurich, Suiza Entomología Experimentalis et Applicata 88:49-58.

Bennett, FD. 1977. Comparison of the reproductive state and certain other characteristics of *Apanteles spp.* and the tachinid parasites of *Diatraea saccharalis*. In: Proceedings Congress of the International Society of Sugarcane Technologists (16,197) 16:523-527.

Box, H. 1950. El barrenado de la caña de azúcar: observaciones sobre el "borer" o barrenado de la caña de azúcar (*Diatraea saccharalis* Fabr.) y las perspectivas para su control permanente en Perú. Comité de productores de azúcar Sociedad Nacional Agraria. Lima, Perú. 25 p.

Box, H. 1952. Investigaciones sobre los taladradores de la caña de azúcar *Diatraea spp.* en Venezuela. Informe preliminar del proyecto combate biológico durante 1949-1951. MAC, Dir. de Agricultura, Div. de Entomología y Zoología (Maracay). Boletín 1952-5.

Box, H. 1953. List of Sugarcane Insects. Commonwealth Inst. Entomol. London, Estados Unidos. 101p.

Buron, I; Beckage, N. 1992. Characterisation of a polydnavirus (PDV) and virus-like filamentous particles (VLFP) in the braconid wasps *Cotesia congregata* (Hymenoptera: Braconidae). Journal of Invertebrate Pathology 59:315-327.

Calderón, MS; Ruiz, E. 1990. Géneros de Icheumonidae y Braconidae (Hymenoptera) en localidades del sur de Tamaulipas. Biotam 2(2):38-90.

Campos, L. 1976. Frecuencia de cópula de *D. saccharalis* (1794) (Lep. Crambidae) en condiciones de laboratorio y campo. Resumen XIX Conv. Nac. Entomol. Huánuco.

Cave, R. 1995. Manual para el Reconocimiento de Plagas Agrícolas en América Central. Zamorano Academic Press. Honduras. 52 p.

Carey, J; Liedo, P; Müller, H; Wang, J; Chiou, J. 1998. Relationship of age patterns of fecundity to mortality, longevity, and lifetime reproduction in a large cohort of Mediterranean fruit fly females. *Journal of Gerontology* 53:245-251

Cisneros, F. 1995. *Control de Plagas Agrícolas*. 2° ed. Lima, Perú. 320 p.

Cortez-Mondaca, E; Macías-Cervantes, J. 2007. Parasitismo natural de la palomilla dorso de diamante *Plutella xylostella* L. en canola (*Brassica napus* L.), en el norte de Sinaloa, México. *Agrociencia* 41:347-354.

Cueva, M. 1979. Ocurrencia de *D. saccharalis* y análisis preliminar de sus factores biológicos de mortalidad durante el periodo vegetativo de la caña de azúcar. Resumen XXII Conv. Nac. Entomol. Huancayo.

Cueva, M; Ayquipa, G; Mescua, V. 1980: Estudios sobre *Apanteles flavipes* (Cameron) introducidos para controlar *Diatraea saccharalis* (F.) en el Perú. *Revista Peruana de Entomología* 23(1):73-76.

DeBach, P; Rosen D. 1991. *Biological Control by Natural Enemies*. 2° ed. Cambridge University Press. Cambridge, Estados Unidos.

De Melo, AB; Parra, JR. 1988. Biología de *Diatraea saccharalis* en diferentes temperaturas. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira* 23(7):665-680.

Dejen, A; Getu, G; Azerefegne, F; Ayalew, A. 2013. Distribution and Extent of *Cotesia flavipes* Cameron (Hymenoptera: Braconidae) Parasitism in Northeastern Ethiopia. *International Journal of Insect Science* 5(1):9-19.

Díaz, F. 1990. Biología de *Diadegma insulare* (Cresson) y revisión de las especies venezolanas del género *Diadegma* (Hymenoptera: Ichneumonidae). Tesis de doctorado. Consultado 30 mar. 2016. Disponible en: <http://www.postgrado.ucv.ve/biblioteca/tesis.asp>.

Domínguez, R. 1994. Taxonomía 3. Parasitología Agrícola. UACH. 264 p.

Edgerton, C. 1958. Sugar Cane and its Diseases. Louisiana State University Press. Baton Rouge, Estados Unidos. 301 p.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2013. Consultado 20 dic. 2015. Disponible en: <http://faostat3.fao.org/download/Q/QC/E>

Fajardo, J. 1992. Biología, multiplicación y liberación de *Cotesia* (=Apanteles) *flavipes* para el control del barrenador del tallo, *Diatraea saccharalis* en maíz. Tesis Ing. Agrónomo. Los Ríos, Ecuador. Universidad Técnica de Babahoyo. 66 p.

Fleming, JGW. 1991. The Integration of polydnavirus genomes in parasitoid genomes: Implications for biological and genetic analysis of parasitoid wasp. *Biological Control* 1:127-135.

Gallo, D; Nakano, D; Silveira, N; Lima, CR; Casedei de Batista, G; Berti, FE; Postali, PJ; Zucchi, RA; Batista, AJ; Djair, V. 1988. Manual de Entomología Agrícola. 2º ed. Sao Paulo, Brasil. Agronómica Ceres. 649 p.

Gauld, ID; Bolton B. 1988. The Hymenoptera. British Museum (Natural History), Oxford University Press. Oxford, Estados Unidos.



Gaviria, JD. 1989. El control biológico de los insectos plagas de la caña de azúcar en Colombia, p 42-71, en: Palacios, F; Arciniegas, IC; Astudillo, AM (eds.). Control biológico en Colombia: historia, avances y proyecciones.

Getu, E; Overholt, W; Kairu, E. 2004. Los estudios comparativos sobre la influencia de la humedad relativa y la temperatura sobre los parámetros de la tabla de vida de dos poblaciones de *Cotesia flavipes* (Hymenoptera: Braconidae). Biocontrol Science and Technology 14(6):595-605.

Gifford, JR; Mann, GA. 1967. Biology, rearing and trial release of *Apanteles flavipes* in the Florida Everglades to control de sugarcane borer. Journal of Economy Entomology 60(1):44-47.

Godfray, HC. 1994. Parasitoids: behavioral and evolutionary ecology, Princeton, Estados Unidos. Princeton University Press.

Gonzales, JF; Arregoces, P; Hernández, LR; Parada. T. 1983. Insectos y ácaros plagas y su control en el cultivo de arroz en América Latina. Bogotá, Colombia. FEDEARROZ. 60 p.

Greathead, D J. 1986. Parasitoids in classical biological control, p. 289-318, en: Waage, J. y D. Greathead (eds.). *Insect parasitoids*. Academic Press, London.

Hanson-Snortum, PE. 1994. Aspectos sobre la taxonomía del género *Cotesia* (Hymenoptera: Braconidae). Primer Simposio sobre Manejo Integrado de Plagas de la Caña de Azúcar en Costa Rica. Resúmenes San José - Programa de Entomología (en línea). Costa Rica. Consultado 10 ene. 2016. Disponible en: <http://www.ots.ac.cr/bnbt/24924.html>.

Hrdy, I; Jassic, J; Novak, K; Ruzicka, Z; Vallo, V; Weismann, L; Zeleny, J. 1968. The sugarcane borer, *Diatraea saccharalis*, in Cuba. I Bionomics and ecology. Acta Entomol. Bohemoslavaca tomo 65, N°6.

Helfgott, S. 1997. El Cultivo de la Caña de Azúcar en la Costa Peruana. UNALM. Lima, Perú. 495 p.

Hernández, RJ; Ruíz, E; Varela, SE. 1987, Géneros de Ichneumonidae, Braconidae y Vespidae (Hymenoptera) del Cañón de la Libertad, Victoria, Tamaulipas. In: Mem. XXII Congr. Nac. Entomol. México. p. 194-195.

Hernández, D. 2010. Estudio de algunos aspectos biológicos de *Cotesia flavipes* Cameron (Hymenoptera: Braconidae) parasitoide de *Diatraea saccharalis* Fabricius (Lepidoptera: Crambidae). Entomotrópica 25(2):69-81.

INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática, Perú). 2016. (en línea). Consultado 23 ene. 2016. Disponible en: <https://www.inei.gob.pe/>

Ingram, KW; Bynum, EK.1941. The sugarcane borer. USDA Farmer`s. Bulletin 17 p.

Jervis, M; Copland, M. 1996. The life cycle, p. 63-161. In: Jervis, M. y N. Kidd (eds.). Insect natural enemies: practical approaches to their study and evaluation. Chapman & Hall, London

Juillet, J. 1964. Influence of weather on flight activity of parasitic Hymenoptera. Canadian Journal of Zoology 42:1133-1141.

Kajita, H; Drake, F. 1969. Biology of *Apanteles chilonis* and *A. flavipes* (Hymenoptera: Braconidae) parasites of *Chilo suppressalis*. Mushi Mushi, 42(1):163- 179.

King, EG; Brewer, FD; Martin, DF. 1975. Development of *Diatraea saccharalis* (Lep.: Pyralidae) at constant temperaturas. Entomophaga 20(3):301-306.

Loor, H. 1989. Introducción y establecimiento de *Cotesia flavipes* Cameron (Hymenoptera: Braconidae) para el control biológico de *Diatraea* spp. Tesis de Ing. Agr. Guayaquil, Ecuador. UG. 80 p.

López, MV. 1997. Braconidos (Hymenoptera: Braconidae) asociados a cultivos en Chapingo. México. Tesis Lic. UACH. 75 p.

Lva, J; Wilsona, LT; Beuzelim, JM; White, WH; Reagan TE. 2010. Impact of *Cotesia flavipes* (Hymenoptera: Braconidae) as an augmentative biocontrol agent for the sugarcane borer (Lepidoptera: Crambidae) on rice. Biological Control 56(2):159-169.

Mangelsdorf, A. 1950. Sugarcane as seen from Hawaii. Econ. Botany 4:150-176.

Marsh, PM; Shaw, SR; Wharton, RA. 1987. An identification manual for the North American genera of the family Braconidae. Entomol. Soc. Wash 75:1-98.

Martin, J; Gálvez, G; De Armas, R; Espinosa, R; Vigoa, R; Leon, A. 1987. La Caña de Azúcar en Cuba. Ed. Cientif.-Técnica. La Habana, Cuba. 612 p.

MINAG (Ministerio de Agricultura, Perú). 2013. Principales aspectos de la cadena Agroproductiva. Caña de azúcar. (en línea). Perú. Consultado 10 feb. 2016. Disponible

en: [http://agroaldia.minag.gob.pe/biblioteca/download/pdf/agroeconomia/agroeconomia\\_ca\\_naazucar.pdf](http://agroaldia.minag.gob.pe/biblioteca/download/pdf/agroeconomia/agroeconomia_ca_naazucar.pdf)

Mohyuddin A. 1971. Comparative biology and ecology of *Apanteles flavipes* (Cam.) and *A. sesamiae* Cam. as parasites of graminaceous borers. Bulletin of Entomological Research 61: 33-39.

Nicholls, C. 2008. Control biológico de insectos: un enfoque agroecológico. Editorial Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia. 282p.

Osorio, G. 2007. Manual: Buenas Prácticas Agrícolas -BPA- y Buenas Prácticas de Manufactura -BPM- en la Producción de Caña y Panela. p. 29- 34. (en línea). Consultado 15 ene. 2016. Disponible en: <http://www.fao.org.co/manualpanela.pdf>.

Paliz, VN; Mendoza, J. 1985. Plagas de maíz (*Zea mays* L.) en el litoral ecuatoriano, sus características y control. Quito, Ecuador. 85 p.

Peairs, FB; Saunders, JL. 1980. *Diatraea lineolata* y *D. saccharalis*: una revisión en relación con el maíz. Agronomía Costarricense 4(1):123-135.

Peña, CG; Ruíz E. 1993. Distribución de géneros de Braconidae (Hymenoptera) en diversos municipios del estado de Morelos. In: Mem. XXVIII Congr. Nac. entomol. Universidad de Las Américas. Puebla, México. p. 83.

Perez, R. 1964. Sex attractant and mating behaviour in the sugarcane borer. University of Puerto Rico. Agricultural Experiment Station. Bulletin 188:1-28.

Pollack, M. 1994. Manual de las Plagas de Caña de Azúcar. RAAA. Ed. Rev. 79 p.

Quizanga, V. 2009. Diseño del plan y documentación para la implementación de buenas prácticas de manufactura para la elaboración de panela granulada en la planta INGAI. Tesis Ing. Agroindustrial. Quito, EC. Escuela Politécnica Nacional, Escuela de ingeniería Química y Agroindustria. p. 5 - 21.

Risco, S. 1960. La situación actual de los barrenadores de la caña de azúcar del género *Diatraea* y otros taladradores en el Perú, Panamá y Ecuador. Quinta convención regional de la sociedad entomológica agrícola del Perú 3(1):1-10.

Risco, S. 1971. Control biológico de los insectos de la caña de azúcar en el Perú. Rev. Per. Ent. 6(2):69-75.

Risco, S. 1996. Éxitos históricos de taquínidos y braconidos en el control biológico de *Diatraea* en caña de azúcar cultivada en América. Rev. Per. Ent. 39:85-90.

Rodríguez, V; Chavarría, L; Gómez, I; Peñaloza, Y; Tejada, M. 2004. Desarrollo del parasitoide *Cotesia flavipes* Cameron, 1891 (Hymenoptera: Braconidae) en *Diatraea tabernella* Dyar y *Diatraea saccharalis* Fabricius, 1794 (Lepidoptera: Pyralidae), y su efectividad en el control de *Diatraea tabernella*. Tecnociencia 6(1):85-94.

Ruíz, MC; Cervantes, MP. 2007. Reporte de una nueva plaga sobre zarzamora (*Rubus* sp.) en Coatepec, Veracruz, México. XXX Congreso Nacional de Control Biológico-Simpósio de IOBC. Yucatán, México. p. 336-339

Sarmiento, J. 1992. Plagas de la caña de azúcar. En: plagas de los cultivos de caña de azúcar, maíz y arroz. Dpto. Entomología, UNALM. Lima, Perú. p. 3-75.

Scaglia, M; Chau-Netto, J; Brochetto-Braga, M; Ceregato, S; Gobbi, N; Rodríguez, A. 2005. Oviposition sequence and offspring of mated and virgin females of *Cotesia flavipes* (Hymenoptera: Braconidae) parasitizing *Diatraea saccharalis* larvae (Lepidoptera: Crambidae). *Journal of Venomous Animals and Toxins including Tropical Diseases* 11(3):283-298.

Subiros, F. 1995. *El Cultivo de la Caña de Azúcar*. Editorial EUNED. San José, Costa Rica. 448 p.

Takasu, K; Overholt, WA. 1997. Aggressive behavior of *Chilo partellus* (Swinhoe) larvae against the parasitoid, *Cotesia flavipes* Cameron. *Insect Science and its Application* 17:131-135.

Thompson, FR; Ruíz, E. 1990. Ichneumonoidea y Vespoidea (Hymenoptera) de la zona centro de Tamaulipas, México. *Acta Científica Potosina*. 12(1):25-39

Valdiviezo, L; Bartra, C. 1993. *Control Biológico, Tecnología Ecológica para Controlar Plagas*. Editorial RAAA. Lima, Perú. 137 p.

Valenzuela, G. 1989. Itinerario del control biológico de plagas agrícolas en Colombia: Una aproximación histórica, p. 1-9, en: Palacios, F., I. C. Arciniegas y A. M. Astudillo (eds.). *Control biológico en Colombia: Historia, avances y proyecciones*.

Varela, FS; Ruíz, E. 1993. Géneros de Braconidae (Hymenoptera) en bosques de la zona centro de Tamaulipas. *Tec. Cienc. Agrop.* 1(2):73-78.

Vinson, SB; Edson, KM; Stoltz, DB. 1979. Effect of virus associated with reproductive system of the parasitoid wasp, *Campoletis sonorensis*, on host weight gain. *Journal of Invertebrate Pathology* 34:133-137.

Walker, KR; Welter, SC. 2004. Biological control potential of *Apanteles aristoteliae* (Hymenoptera: Braconidae) on populations of *Argyrotaenia citrana* (Lepidoptera: Tortricidae) in California apple orchards. *Environmental Entomology* 33:1327-1334.

Wharton, RA. 1993. Bionomics of the Braconidae. *Ann. Rev. Entomol* 38:121-143.

Wharton, RA; Marsh, PM; Sharkey, M. 1997. Manual of the New World genera of the family Braconidae (Hymenoptera). Special publication of the International Society of Hymenopterologist 1:439.

Wiedenmann, R; Smith, J; Darnell, PO. 1992. Laboratory rearing and biology of the parasite *Cotesia flavipes* (Hymenoptera: Braconidae) using *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Pyralidae) as a host. *Environmental Entomology* 21:1160-1167.

Whitfield, JB. 1997. Subfamily microgastrinae, p. 333-364. In: Wharthon, RA; Marsh, PM; Sharkey, M.J (Eds.). Manual of the new world genera of the family Braconidae (Hymenoptera). Special publication of the International Society of Hymenopterists N° 1. Washington, DC.

Wille, J. 1941. Los insectos de la caña de azúcar. Lima, Perú. *Agronomía* 6:52-63.

Wille, J. 1952. Entomología Agrícola. Manual para Entomólogos Ingenieros Agrónomos, Agricultores y Estudiantes de Agricultura. 2º Ed. Junta de Sanidad Vegetal. Ministerio de Agricultura. Lima-Perú.

Yépez, G; Linares, B. 1987. Nomenclatura aprobada para los índices de evaluación del daño por taladradores *Diatraea* spp. (Lepidoptera: Pyralidae) en caña de azúcar. Revista Caña de Azúcar 5(2):101-103.

Yu, DS; Achterberg, CV; Horstmann, K. 2005. World Ichneumonoidea 2004. Taxonomy, biology, morphology and distribution (Braconidae). Taxapad 2005 (Scientific names for information management) Interactive catalogue on DVD/CDROM. Vancouver.



## **X. ANEXOS**

## ANEXO 1

**Duración en días del periodo de incubación del parasitoide *Cotesia flavipes* C., en condiciones de laboratorio, durante tres generaciones. Sullana, Piura-Perú. 2016.**

Huevo N°	Generación		
	I	II	III
R1	3	2	3
R2	3	3	3
R3	2	3	3
R4	2	3	2
R5	2	3	2
R6	2	3	2
R7	2	3	2
R8	2	3	2
R9	2	3	2
R10	2	3	2
Promedio	2.2	2.9	2.3
S	0.42	0.32	0.48
Min	2	2	2
Max	3	3	3

## ANEXO 2

**Duración en días del primer estadio larval del parasitoide *Cotesia flavipes* C., en condiciones de laboratorio, durante tres generaciones. Sullana, Piura-Perú. 2016.**

Larva I	Generación		
	I	II	III
R1	3	3	3
R2	3	3	3
R3	3	3	3
R4	3	3	3
R5	3	3	3
R6	3	3	4
R7	3	3	4
R8	3	3	4
R9	4	4	4
R10	4	4	4
Promedio	3.2	3.2	3.5
S	0.42	0.42	0.53
Min	3	3	3
Max	4	4	4

### ANEXO 3

**Duración en días del segundo estadio larval del parasitoide *Cotesia flavipes* C., en condiciones de laboratorio, durante tres generaciones. Sullana, Piura-Perú. 2016.**

Larva II	Generación		
	I	II	III
R1	2	2	2
R2	2	2	2
R3	2	2	2
R4	2	2	3
R5	2	2	3
R6	2	2	3
R7	2	3	3
R8	3	3	3
R9	3	3	3
R10	3	3	3
Promedio	2.3	2.4	2.7
S	0.48	0.52	0.48
Min	2	2	2
Max	3	3	3

### ANEXO 4

**Duración en días del tercer estadio larval del parasitoide *Cotesia flavipes* C., en condiciones de laboratorio, durante tres generaciones. Sullana, Piura-Perú. 2016.**

Larva III	Generación		
	I	II	III
R1	1	1	1
R2	1	1	1
R3	1	1	1
R4	1	1	1
R5	1	1	1
R6	1	1	1
R7	1	1	2
R8	2	1	2
R9	2	1	2
R10	2	2	2
Promedio	1.3	1.1	1.4
S	0.48	0.32	0.52
Min	1	1	1
Max	2	2	2

## ANEXO 5

**Duración en días del periodo de incubación – periodo larval del parasitoide *Cotesia flavipes* C., dentro del hospedero (*D. saccharalis*), en condiciones de laboratorio, durante tres generaciones. Sullana, Piura-Perú. 2016.**

Periodo incubación– periodo larval	Generación		
	I	II	III
R1	8	9	9
R2	8	9	10
R3	8	9	11
R4	8	12	9
R5	8	10	9
R6	8	9	12
R7	9	9	9
R8	9	9	9
R9	9	9	9
R10	9	9	10
R11	9	11	10
R12	9	12	11
R13	9	9	10
R14	9	12	9
R15	9	9	9
R16	9	9	11
R17	9	9	10
R18	9	9	9
R19	9	9	10
R20	9	9	10
R21	9	9	11
R22	9	9	12
R23	9	9	9
R24	9	9	9
Promedio	8.8	9.5	9.9
S	0.44	1.06	0.99
Min	8	9	9
Max	9	12	12

## ANEXO 6

**Duración en días del estadio pupal del parasitoide *Cotesia flavipes* C., en condiciones de laboratorio, durante tres generaciones. Sullana, Piura-Perú. 2016.**

Pupa	Generación		
	I	II	III
R1	6	6	6
R2	6	6	5
R3	6	6	5
R4	6	5	6
R5	6	6	6
R6	6	5	6
R7	5	6	6
R8	5	6	5
R9	5	6	5
R10	5	6	5
R11	6	6	6
R12	5	6	6
R13	5	6	5
R14	5	6	6
R15	5	6	6
R16	5	6	6
R17	5	6	6
R18	5	5	6
R19	5	5	6
R20	5	5	6
R21	4	6	6
R22	5	6	5
R23	5	6	6
R24	5	5	6
Promedio	5.25	5.75	5.71
S	0.53	0.44	0.46
Min	4	5	5
Max	6	6	6

## ANEXO 7

**Duración en días del ciclo de desarrollo del parasitoide *Cotesia flavipes* C., en condiciones de laboratorio. Primera generación. Sullana, Piura-Perú. 2016.**

Individuo	Estados de desarrollo		Ciclo Total
	Huevo-Larva	Pupa	
R1	8	6	14
R2	8	6	14
R3	8	6	14
R4	8	6	14
R5	8	6	14
R6	8	6	14
R7	9	5	14
R8	9	5	14
R9	9	5	14
R10	9	5	14
R11	9	6	15
R12	9	5	14
R13	9	5	14
R14	9	5	14
R15	9	5	14
R16	9	5	14
R17	9	5	14
R18	9	5	14
R19	9	5	14
R20	9	5	14
R21	9	4	13
R22	9	5	14
R23	9	5	14
R24	9	5	14
Promedio	8.75	5.25	14
S	0.44	0.53	0.29
Min	8	4	13
Max	9	6	15

## ANEXO 8

**Duración en días del ciclo de desarrollo del parasitoide *Cotesia flavipes* C., en condiciones de laboratorio. Segunda generación. Sullana, Piura-Perú. 2016.**

Individuo	Estados de desarrollo		Ciclo Total
	Huevo-Larva	Pupa	
R1	9	6	15
R2	9	6	15
R3	9	6	15
R4	12	5	17
R5	10	6	16
R6	9	5	14
R7	9	6	15
R8	9	6	15
R9	9	6	15
R10	9	6	15
R11	11	6	17
R12	12	6	18
R13	9	6	15
R14	12	6	18
R15	9	6	15
R16	9	6	15
R17	9	6	15
R18	9	5	14
R19	9	5	14
R20	9	5	14
R21	9	6	15
R22	9	6	15
R23	9	6	15
R24	9	5	14
Promedio	9.5	5.75	15.25
S	1.06	0.44	1.15
Min	9	5	14
Max	12	6	18

## ANEXO 9

**Duración en días del ciclo de desarrollo del parasitoide *Cotesia flavipes* C., en condiciones de laboratorio. Tercera generación. Sullana, Piura-Perú. 2016.**

Individuo	Estados de desarrollo		Ciclo Total
	Huevo-Larva	Pupa	
R1	9	6	15
R2	10	5	15
R3	11	5	16
R4	9	6	15
R5	9	6	15
R6	12	6	18
R7	9	6	15
R8	9	5	14
R9	9	5	14
R10	10	5	15
R11	10	6	16
R12	11	6	17
R13	10	5	15
R14	9	6	15
R15	9	6	15
R16	11	6	17
R17	10	6	16
R18	9	6	15
R19	10	6	16
R20	10	6	16
R21	11	6	17
R22	12	5	17
R23	9	6	15
R24	9	6	15
Promedio	9.875	5.71	15.58
S	0.99	0.46	1.02
Min	9	5	14
Max	12	6	18



## ANEXO 10

Proporción de sexos de *Cotesia flavipes* C., en condiciones de laboratorio. En tres generaciones. Sullana, Piura-Perú. 2016.

Individuo	I		II		III	
	H	M	H	M	H	M
R1	34	13	9	7	65	18
R2	74	21	21	9	55	14
R3	45	7	16	4	25	8
R4	49	8	43	17	82	9
R5	103	18	51	5	82	14
R6	87	9	66	15	63	8
R7	73	10	3	1	60	12
R8	37	21	2	2	51	8
R9	32	12	46	6	43	50
R10	31	18	7	1	82	13
R11	65	12	28	8	19	24
R12	61	17	37	9	89	12
R13	48	12	47	12	51	16
R14	35	18	23	6	76	12
R15	57	9	54	9	47	20
R16	11	8	32	6	47	17
R17	87	9	40	8	62	13
R18	59	9	13	4	46	7
R19	42	10	37	12	58	26
R20	47	8	25	8	13	6
R21	80	15	32	6	19	4
R22	23	21	23	4	17	14
R23	55	17	24	10	82	17
R24	31	12	39	7	89	14
Promedio	52.8	13.1	29.9	7.3	55.1	14.8
Proporción	4.0		4.1		3.7	
DS	22.77	4.66	16.84	3.99	23.78	9.23
Max	103	21	66	17	89	50
Min	11	7	2	1	13	4
Rango	92	14	64	16	76	46

## ANEXO 11

**Registro individual de la longevidad, en días, de adultos machos de *Cotesia flavipes* C., en condiciones de laboratorio. Primera Generación. Sullana, Piura-Perú. 2016.**

Individuo	Macho			
	Con alimento		Sin alimento	
	Con cópula	Sin cópula	Con cópula	Sin cópula
R1	3.83	3.00	0.73	1.66
R2	3.50	4.00	0.73	1.66
R3	3.50	4.00	0.92	1.58
R4	3.50	4.58	0.73	1.58
R5	3.50	4.58	0.73	1.66
R6	3.50	4.58	0.73	1.96
R7	3.50	4.25	0.73	1.58
R8	3.83	3.00	0.73	1.75
Promedio	3.58	4.00	0.75	1.68
S	0.15	0.66	0.07	0.13
Min	3.5	3	0.73	1.58
Max	3.83	4.58	0.92	1.96

## ANEXO 12

**Registro individual de la longevidad, en días, de adultos hembras de *Cotesia flavipes* C., en condiciones de laboratorio. Primera Generación. Sullana, Piura-Perú. 2016.**

Individuo	Hembra					
	Con alimento			Sin alimento		
	copulada		Sin cópula	Copulada		Sin cópula
	Con oviposición	Sin oviposición		Con oviposición	Sin oviposición	
R1	4.25	3.6	4.04	1.21	1.54	2.08
R2	2.00	4.00	4.04	0.21	1.54	2.04
R3	3.00	3.75	4.75	0.21	1.60	1.75
R4	3.00	4.00	4.75	1.21	1.50	2.00
R5	3.00	3.75	4.00	1.21	1.60	2.00
R6	3.00	4.00	4.04	1.21	1.5	2.04
R7	2.00	4.00	4.75	1.21	1.6	1.75
R8	3.00	4.00	4.75	1.21	1.6	2.08
Promedio	2.91	3.89	4.39	0.96	1.56	1.97
S	0.71	0.16	0.39	0.46	0.05	0.14
Min	2	3.6	4	0.21	1.5	1.75
Max	4.25	4	4.75	1.21	1.6	2.08

### ANEXO 13

**Registro individual del tiempo de pre-oviposición de adultos de *Cotesia flavipes* C., en minutos, en condiciones de laboratorio. Sullana, Piura-Perú. 2016.**

Individuo	Tiempo (minutos)
R1	32
R2	78
R3	18
R4	53
R5	56
R6	24
R7	35
R8	15
R9	22
R10	46
Promedio	37.9
S	20.11
Max	78
Min	15

### ANEXO 14

**Registro individual del tiempo de oviposición de *Cotesia flavipes* C., sobre larvas de *Diatraea saccharalis*, en segundos, en condiciones de laboratorio. Sullana, Piura Perú. 2016.**

Individuo	Tiempo (segundos)
R1	3.8
R2	4.7
R3	5
R4	5.3
R5	5.7
R6	6.5
R7	6.8
R8	7.2
R9	7.6
R10	8.8
Promedio	6.14
S	1.51
Max	8.8
Min	3.8

## ANEXO 15

**Emergencia de adultos de *Cotesia flavipes* C., en condiciones de laboratorio. Sullana, Piura-Perú. 2016.**

Individuo	I		II		III	
	Emerg.	Total	Emerg.	Total	Emerg.	Total
R1	47	49	16	21	83	83
R2	95	101	30	42	69	72
R3	52	62	20	31	33	34
R4	57	62	60	62	91	100
R5	121	123	56	59	96	101
R6	96	100	81	82	71	75
R7	83	90	4	9	72	73
R8	58	97	4	10	59	60
R9	44	52	52	52	93	94
R10	49	58	8	8	95	98
R11	77	81	36	50	43	43
R12	78	78	46	48	101	109
R13	60	62	59	66	67	68
R14	53	54	29	32	88	88
R15	66	67	63	67	67	68
R16	19	55	38	46	64	64
R17	96	112	48	52	75	79
R18	68	70	17	20	53	54
R19	52	52	49	61	84	86
R20	55	59	33	42	19	20
R21	95	101	38	41	23	24
R22	44	44	27	31	31	33
R23	72	74	34	45	99	103
R24	43	55	46	50	103	104
Promedio	65.8	73.3	37.3	42.8	69.9	72.2
% Emerg.	89.9		87.0		96.9	
DS	23.1435	22.2715	19.8105	19.51806	25.3454	26.4968
Max	121	123	81	82	103	109
Min	19	44	4	8	19	20
Rango	39	79	77	74	84	89

## ANEXO 16

**Duración del periodo de pre-apareamiento (en minutos) de adultos de *Cotesia flavipes* C., en condiciones de laboratorio. Sullana, Piura-Perú. 2016.**

Individuo	Tiempo
R1	18
R2	29
R3	73
R4	1
R5	94
R6	25
R7	60
R8	5
R9	12
R10	9
Promedio	32.6
S	31.93
Max	94
Min	1

## ANEXO 17

**Tiempo de cópula en segundos de adultos de *Cotesia flavipes* C., en condiciones de laboratorio. Sullana, Piura-Perú. 2016.**

Individuo	Tiempo
R1	12
R2	13
R3	8
R4	11
R5	13
R6	15
R7	21
R8	13
R9	14
R10	14
Promedio	13.4
S	3.31
Max	21
Min	8

## ANEXO 18

Número de cópulas del adulto macho de *Cotesia flavipes* C. Sullana, Piura-Perú. 2016.

Individuo	Cópulas
R1	7
R2	5
R3	10
R4	9
R5	9
R6	10
R7	14
R8	9
R9	7
R10	8
Promedio	8.8
S	2.39
Max	14
Min	5

## ANEXO 19

**Evaluación de veinte masas de cocones por cada generación de *Cotesia flavipes* C., en tres generaciones para la determinación de la hora de emergencia. Sullana, Piura-Perú. 2016.**

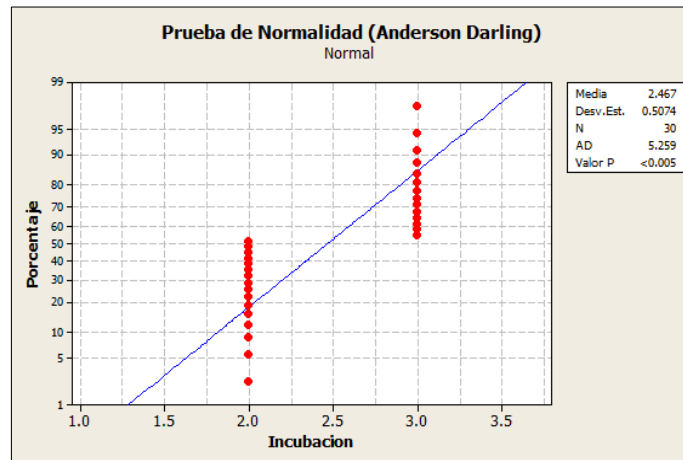
Rango de Hora	Generación		
	I	II	III
12-1 am	1	0	2
1-2 am	1	0	1
2-3 am	2	3	0
3-4 am	0	4	2
4-5 am	1	4	0
5-6 am	3	0	0
6-7 am	0	0	2
7-8 am	1	2	2
8-9 am	0	2	1
9-10 am	4	0	1
10-11 am	2	0	0
11 am-12 pm	0	0	1
12-1 pm	0	0	0
1-2 pm	0	2	1
2-3 pm	1	0	0
3-4 pm	1	0	0
4-5 pm	2	0	0
5-6 pm	0	2	0
6-7 pm	0	0	0
7-8 pm	0	0	0
8-9 pm	0	1	0
9-10 pm	0	0	0
10-11 pm	1	0	2
11pm-12 am	0	0	5

## ANEXO 20

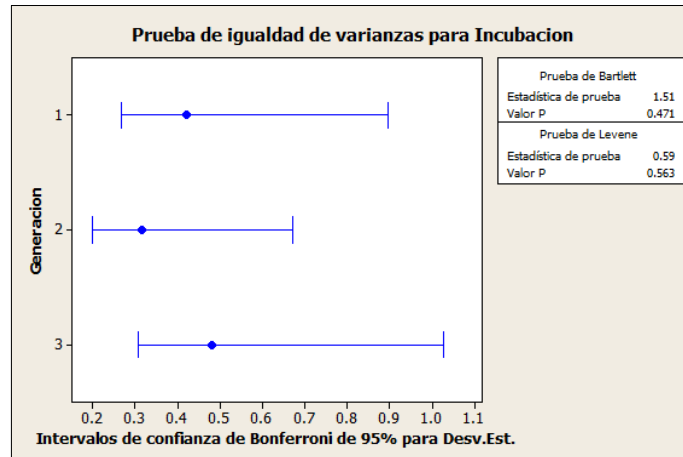
Prueba estadística para el periodo de incubación de *Cotesia flavipes* C. (Hymenoptera: Braconidae) en tres generaciones, bajo condiciones de laboratorio. Sullana, Piura – Perú. 2016.

### Verificación de Supuestos:

Normalidad de errores:



Homogeneidad de Varianzas:



Conclusión (supuestos):

Dado que no se cumple el supuesto de Normalidad de errores ( $p < 0.05$ ) y si el de Homogeneidad de Varianzas ( $p > 0.05$ ), es decir solo se cumple uno de los supuestos se procede a realizar la Prueba No paramétrica Kruskal –Wallis en lugar del DCA.



### Prueba Estadística:

Ho: Los tiempos medios del periodo de incubación son los mismos para las tres generaciones de *Cotesia flavipes*.

H1: Los tiempos medios del periodo de incubación no son los mismos para las tres generaciones de *Cotesia flavipes*.

Nivel de significación: 0.05.

Prueba de Kruskal- Wallis

Periodo de Incubación								
Generación	N	D.E.	Medianas	Promedio rangos	gl	C	H	p
I	10	0.42	2.00	11.50	2	0.75	8.32	0.0038
II	10	0.32	3.00	22.00				
III	10	0.48	2.00	13.00				

Conclusión: A nivel de significación de 0.05, se puede afirmar que existen diferencias significativas entre los tiempos medios del Periodo de incubación para las tres generaciones de *Cotesia flavipes*, en condiciones de laboratorio.

Prueba de comparaciones múltiples

Generación	Medias	Ranks	
I	2.20	11.50	A
III	2.30	13.00	A
II	2.90	22.00	B

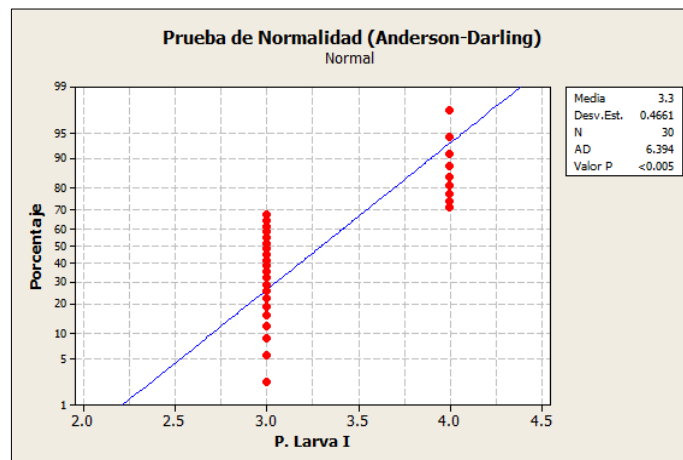
*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )*

## ANEXO 21

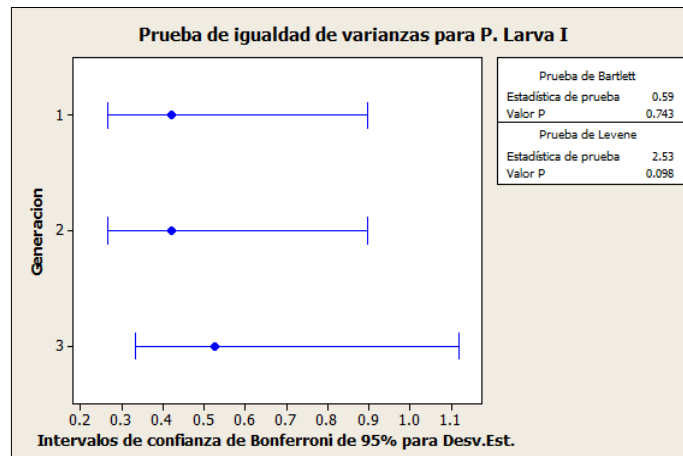
Prueba estadística para el periodo de larva I de *Cotesia flavipes* C. (Hymenoptera: Braconidae) en tres generaciones, bajo condiciones de laboratorio. Sullana, Piura – Perú. 2016.

### Verificación de Supuestos:

Normalidad de errores:



Homogeneidad de Varianzas:



Conclusión (supuestos):

Dado que no se cumple el supuesto de Normalidad de errores ( $p < 0.05$ ) y si el de Homogeneidad de Varianzas ( $p > 0.05$ ), es decir solo se cumple uno de los supuestos se procede a realizar la Prueba No paramétrica Kruskal –Wallis en lugar del DCA.

Prueba Estadística:

Ho: Los tiempos medios del periodo de larva I son los mismos para las tres generaciones de *Cotesia flavipes*.

H1: Los tiempos medios del periodo de larva I no son los mismos para las tres generaciones de *Cotesia flavipes*.

Nivel de significación: 0.05.

Prueba de Kruskal- Wallis

Periodo Larva I								
Generación	N	D.E.	Medianas	Promedio rangos	gl	C	H	p
I	10	0.42	3.00	14.00	2	0.63	1.74	0.2513
II	10	0.42	3.00	14.00				
III	10	0.53	3.50	18.50				

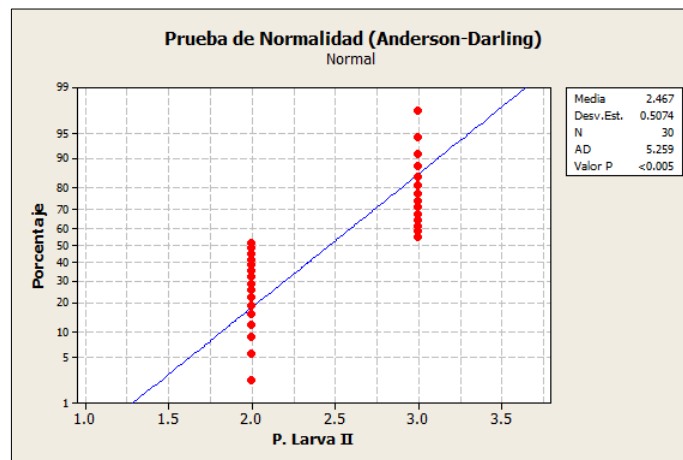
Conclusión: A nivel de significación de 0.05, se puede afirmar que no existen diferencias significativas entre los tiempos medios del Periodo larval I para las tres generaciones de *Cotesia flavipes*, en condiciones de laboratorio.

## ANEXO 22

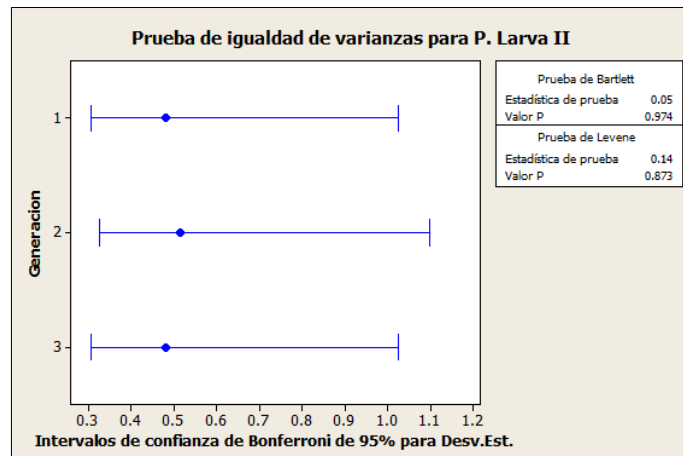
**Prueba estadística para el periodo de larva II de *Cotesia flavipes* C. (Hymenoptera: Braconidae) en tres generaciones, bajo condiciones de laboratorio. Sullana, Piura – Perú. 2016.**

### Verificación de Supuestos:

Normalidad de errores:



Homogeneidad de Varianzas:



Conclusión (supuestos):

Dado que no se cumple el supuesto de Normalidad de errores ( $p < 0.05$ ) y si el de Homogeneidad de Varianzas ( $p > 0.05$ ), es decir solo se cumple uno de los supuestos se procede a realizar la Prueba No paramétrica Kruskal –Wallis en lugar del DCA.

Prueba Estadística:

Ho: Los tiempos medios del periodo de larva II son los mismos para las tres generaciones de *Cotesia flavipes*.

H1: Los tiempos medios del periodo de larva II no son los mismos para las tres generaciones de *Cotesia flavipes*.

Nivel de significación: 0.05.

Prueba de Kruskal- Wallis

Periodo Larva II								
Generación	N	D.E.	Medianas	Promedio rangos	gl	C	H	p
I	10	0.48	2.00	13.00	2	0.75	2.52	0.1858
II	10	0.52	2.00	14.50				
III	10	0.48	3.00	19.00				

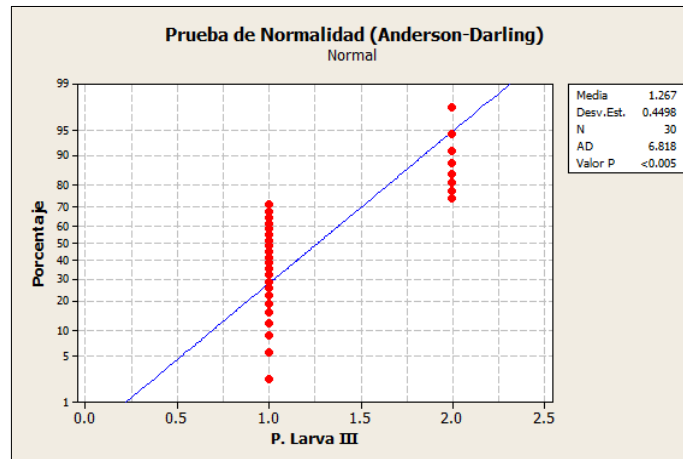
Conclusión: A nivel de significación de 0.05, se puede afirmar que no existen diferencias significativas entre los tiempos medios del Periodo larval II para las tres generaciones de *Cotesia flavipes*, en condiciones de laboratorio.

## ANEXO 23

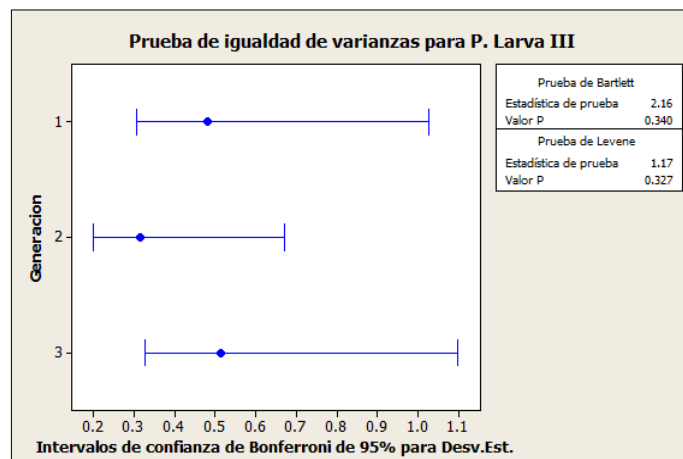
**Prueba estadística para el periodo de larva III de *Cotesia flavipes* C. (Hymenoptera: Braconidae) en tres generaciones, bajo condiciones de laboratorio. Sullana, Piura – Perú. 2016.**

Verificación de Supuestos:

Normalidad de errores:



Homogeneidad de Varianzas:



Conclusión (supuestos):

Dado que no se cumple el supuesto de Normalidad de errores ( $p < 0.05$ ) y si el de Homogeneidad de Varianzas ( $p > 0.05$ ), es decir solo se cumple uno de los supuestos se procede a realizar la Prueba No paramétrica Kruskal –Wallis en lugar del DCA.

Prueba Estadística:

Ho: Los tiempos medios del periodo de larva III son los mismos para las tres generaciones de *Cotesia flavipes*.

H1: Los tiempos medios del periodo de larva III no son los mismos para las tres generaciones de *Cotesia flavipes*.

Nivel de significación: 0.05.

Prueba de Kruskal- Wallis

Periodo Larva III								
Generación	N	D.E.	Medianas	Promedio rangos	gl	C	H	p
I	10	0.48	1.00	16.00	2	0.59	1.35	0.3156
II	10	0.32	1.00	13.00				
III	10	0.52	1.00	17.50				

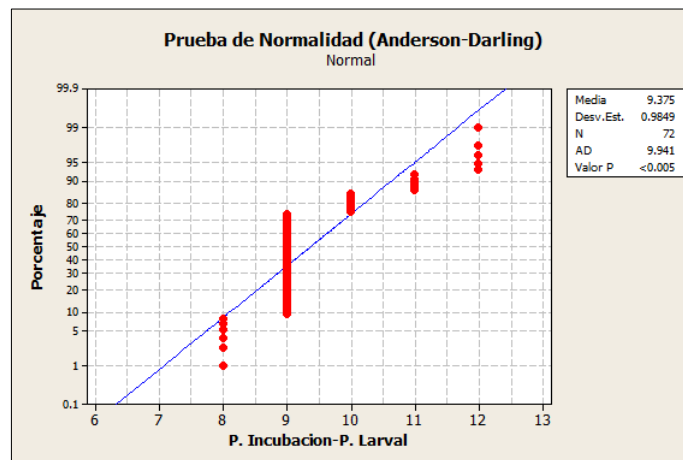
Conclusión: A nivel de significación de 0.05, se puede afirmar que no existen diferencias significativas entre los tiempos medios del Periodo larval III para las tres generaciones de *Cotesia flavipes*, en condiciones de laboratorio.

## ANEXO 24

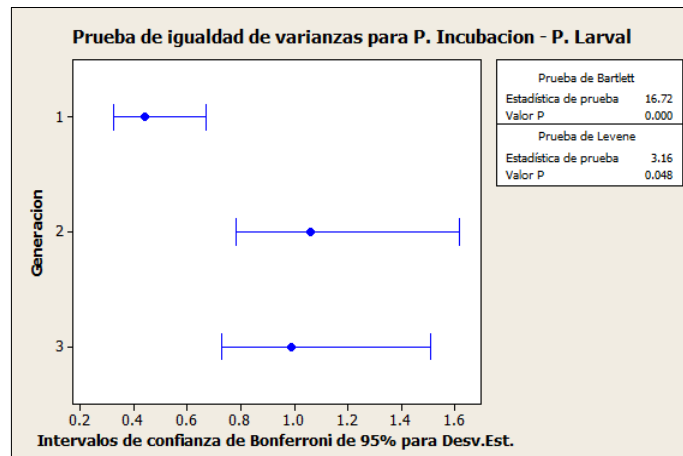
**Prueba estadística para el periodo de incubación - periodo larval de *Cotesia flavipes* C. (Hymenoptera: Braconidae) en tres generaciones, bajo condiciones de laboratorio. Sullana, Piura – Perú. 2016.**

### Verificación de Supuestos:

Normalidad de errores:



Homogeneidad de Varianzas:



Conclusión (supuestos):

Dado que no se cumple el supuesto de Normalidad de errores ( $p < 0.05$ ), ni el de Homogeneidad de Varianzas ( $p < 0.05$ ), se procede a realizar la Prueba No paramétrica Kruskal –Wallis en lugar del DCA.



### Prueba Estadística:

Ho: Los tiempos medios del periodo incubación - larval son los mismos para las tres generaciones de *Cotesia flavipes*.

H1: Los tiempos medios del periodo incubación -larval no son los mismos para las tres generaciones de *Cotesia flavipes*.

Nivel de significación: 0.05.

### Prueba de Kruskal- Wallis

<b>P. incubación – P. larval</b>								
Generación	N	D.E.	Medianas	Promedio rangos	gl	C	H	p
I	24	0.44	9.00	23.75	2	0.70	15.92	<0.0001
II	24	1.06	9.00	38.04				
III	24	0.99	10.00	47.71				

Conclusión: A nivel de significación de 0.05, se puede afirmar que existen diferencias significativas entre los tiempos medios del Periodo de Incubación - periodo larval para las tres generaciones de *Cotesia flavipes*, en condiciones de laboratorio.

### Prueba de comparaciones múltiples:

Generación	Medias	Ranks	
I	8.75	23.75	A
II	9.50	38.04	B
III	9.88	47.71	B

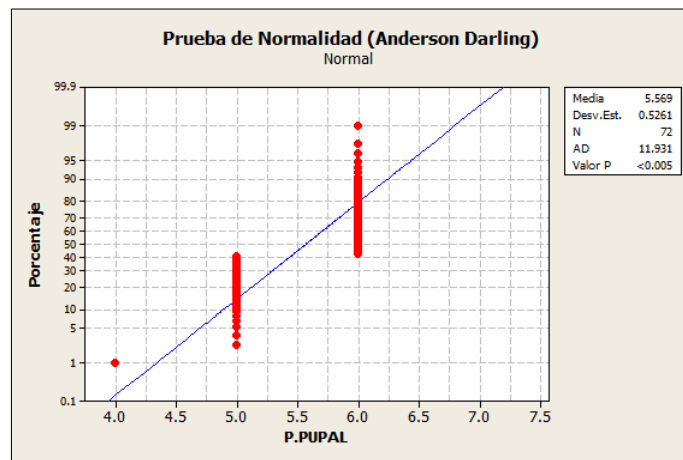
*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )*

## ANEXO 25

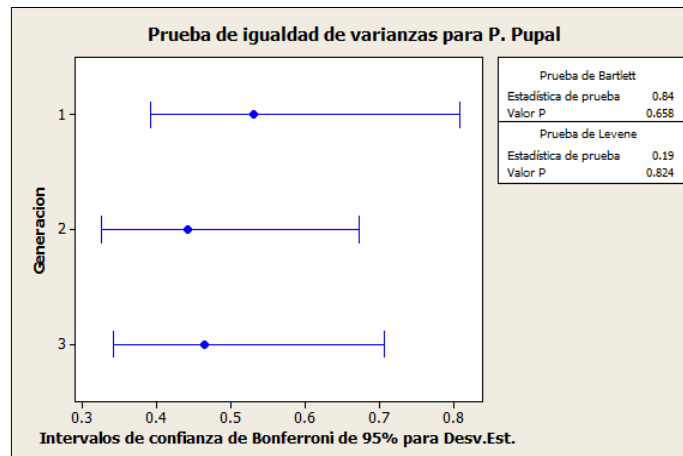
**Prueba estadística para el periodo pupal de *Cotesia flavipes* C. (Hymenoptera: Braconidae) en tres generaciones, bajo condiciones de laboratorio. Sullana, Piura – Perú. 2016.**

Verificación de Supuestos:

Prueba Estadística:



Homogeneidad de Varianzas:



Conclusión (supuestos):

Dado que no se cumple el supuesto de Normalidad de errores ( $p < 0.05$ ) y si el de Homogeneidad de Varianzas ( $p > 0.05$ ), es decir solo se cumple uno de los supuestos se procede a realizar la Prueba No paramétrica Kruskal –Wallis en lugar del DCA.

### Prueba Estadística:

Ho: Los tiempos medios del periodo pupal son los mismos para las tres generaciones de *Cotesia flavipes*.

H1: Los tiempos medios del periodo pupal no son los mismos para las tres generaciones de *Cotesia flavipes*.

Nivel de significación: 0.05.

### Prueba de Kruskal- Wallis

#### Periodo Pupal

Generación	N	D.E.	Medianas	Promedio rangos	gl	C	H	p
I	24	0.53	5.00	25.73	2	0.74	9.60	0.0015
II	24	0.44	6.00	42.63				
III	24	0.46	6.00	41.15				

Conclusión: A nivel de significación de 0.05, se puede afirmar que existen diferencias significativas entre los tiempos medios del Periodo Pupal para las tres generaciones de *Cotesia flavipes*, en condiciones de laboratorio.

### Prueba de comparaciones múltiples:

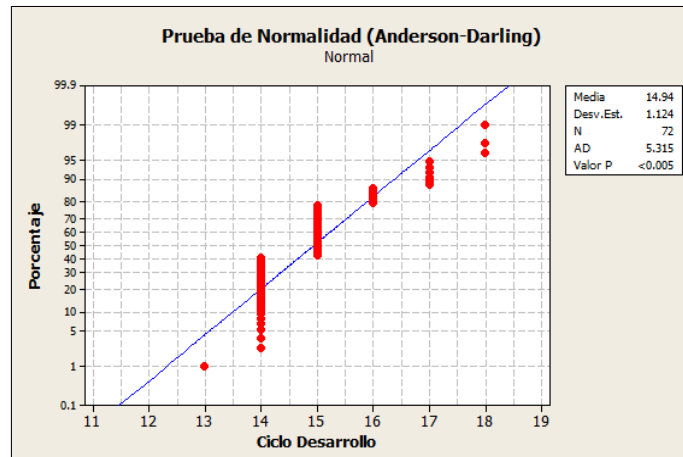
Generación	Medias	Ranks	
I	5.25	25.73	A
III	5.71	41.15	B
II	5.75	42.63	B

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )*

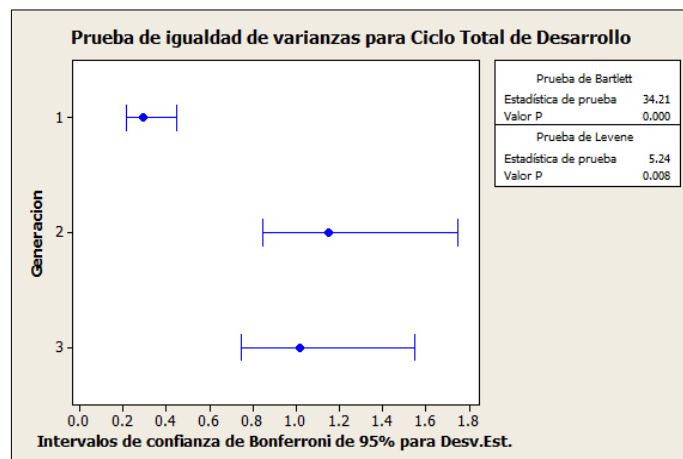
## ANEXO 26

Prueba estadística para el ciclo de desarrollo de *Cotesia flavipes* C. (Hymenoptera: Braconidae) en tres generaciones, bajo condiciones de laboratorio. Sullana, Piura – Perú. 2016.

Normalidad de errores:



Homogeneidad de Varianzas:



Conclusión (supuestos):

Dado que no se cumple el supuesto de Normalidad de errores ( $p < 0.05$ ), ni el de Homogeneidad de Varianzas ( $p < 0.05$ ), se procede a realizar la Prueba No paramétrica Kruskal –Wallis en lugar del DCA.

### Prueba Estadística:

Ho: Los tiempos medios del ciclo de desarrollo son los mismos para las tres generaciones de *Cotesia flavipes*.

H1: Los tiempos medios del ciclo de desarrollo no son los mismos para las tres generaciones de *Cotesia flavipes*.

Nivel de significación: 0.05.

### Prueba de Kruskal- Wallis

Ciclo de Desarrollo								
Generación	N	D.E.	Medianas	Promedio rangos	gl	C	H	p
I	24	0.29	14.00	16.54	2	0.88	34.08	<0.0001
II	24	1.15	15.00	42.98				
III	24	1.02	15.00	49.98				

Conclusión: A nivel de significación de 0.05, se puede afirmar que existen diferencias significativas entre los tiempos medios del Ciclo de desarrollo para las tres generaciones de *Cotesia flavipes*, en condiciones de laboratorio.

### Prueba de comparaciones múltiples:

Generación	Medias	Ranks	
I	14.00	16.54	A
II	15.25	42.98	B
III	15.58	49.98	B

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )*

## ANEXO 27

**Prueba estadística para comparar la longevidad media, en días, de los machos que fueron alimentados y que copularon y no copularon de *Cotesia flavipes* C. (Hymenoptera: Braconidae), en condiciones de laboratorio. Tercera Generación. Sullana. Piura. 2016.**

Prueba de Mann-Whitney		
	N	Mediana
Con Copula	8	3.5000
Sin copula	8	4.1250

La estimación del punto para  $\eta_1 - \eta_2$  es -0.5000  
95.9 El porcentaje IC para  $\eta_1 - \eta_2$  es (-1.0801;0.4997)  
W = 52.0  
Prueba de  $\eta_1 = \eta_2$  vs.  $\eta_1 \neq \eta_2$  es significativa en 0.1036  
La prueba es significativa en 0.0928 (ajustado por empates)

Conclusión: A un nivel de significación de 0.05, se acepta  $H_0$ . Por lo tanto, se puede afirmar que no existen diferencias significativas entre la longevidad media entre los machos con cópula y sin cópula en la tercera generación.

## ANEXO 28

**Prueba estadística para comparar la longevidad media, en días, de los machos que no fueron alimentados y que copularon y no copularon de *Cotesia flavipes* C. (Hymenoptera: Braconidae), en condiciones de laboratorio. Tercera Generación. Sullana. Piura. 2016.**

Prueba de Mann-Whitney		
	N	Mediana
Con Copula	8	0.7300
Sin copula	8	1.6600

La estimación del punto para  $\eta_1 - \eta_2$  es -0.9300  
95.9 El porcentaje IC para  $\eta_1 - \eta_2$  es (-1.0200;-0.8500)  
W = 36.0  
Prueba de  $\eta_1 = \eta_2$  vs.  $\eta_1 \neq \eta_2$  es significativa en 0.0009  
La prueba es significativa en 0.0005 (ajustado por empates)

Conclusión: A un nivel de significación de 0.05, se rechaza  $H_0$ . Por lo tanto, se puede afirmar que existen diferencias significativas entre la longevidad media entre los machos con cópula y sin cópula en la tercera generación.

## ANEXO 29

**Prueba estadística para comparar la longevidad media, en días, de las hembras que fueron alimentadas, que copularon y que ovipositaron y no ovipositaron de *Cotesia flavipes* C. (Hymenoptera: Braconidae), en condiciones de laboratorio. Tercera Generación. Sullana. Piura. 2016.**

Prueba de Mann-Whitney		
	N	Mediana
Con Oviposicion	8	3.0000
Sin Oviposicion	8	4.0000

La estimación del punto para  $\eta_1 - \eta_2$  es -1.0000  
95.9 El porcentaje IC para  $\eta_1 - \eta_2$  es (-1.7500;-0.6000)  
W = 44.0  
Prueba de  $\eta_1 = \eta_2$  vs.  $\eta_1 \neq \eta_2$  es significativa en 0.0136  
La prueba es significativa en 0.0108 (ajustado por empates)

Conclusión: A un nivel de significación de 0.05, se rechaza  $H_0$ . Se puede afirmar que existen diferencias significativas entre la longevidad media entre las hembras con alimento Copuladas con oviposición y sin oviposición en la tercera generación.

## ANEXO 30

**Prueba estadística para comparar la longevidad media, en días, de las hembras que no fueron alimentadas, que copularon y que ovipositaron y no ovipositaron de *Cotesia flavipes* C. (Hymenoptera: Braconidae), en condiciones de laboratorio. Tercera Generación. Sullana. Piura. 2016.**

Prueba de Mann-Whitney		
	N	Mediana
Con Oviposicion	8	1.5700
Sin Oviposicion	8	1.2100

La estimación del punto para  $\eta_1 - \eta_2$  es 0.3900  
95.9 El porcentaje IC para  $\eta_1 - \eta_2$  es (0.3301;1.2899)  
W = 100.0  
Prueba de  $\eta_1 = \eta_2$  vs.  $\eta_1 \neq \eta_2$  es significativa en 0.0009  
La prueba es significativa en 0.0006 (ajustado por empates)

Conclusión: A un nivel de significación de 0.05, se rechaza  $H_0$ . Se puede afirmar que existen diferencias significativas entre la longevidad media entre las hembras sin alimento Copuladas con oviposición y sin oviposición en la tercera generación.

## ANEXO 31

**Prueba estadística para comparar la longevidad media, en días, de las hembras que fueron alimentadas no copularon y hembras que no fueron alimentadas y no copularon de *Cotesia flavipes* C. (Hymenoptera: Braconidae), en condiciones de laboratorio. Tercera Generación. Sullana. Piura. 2016.**

Prueba de Mann-Whitney		
	N	Mediana
Con alimento	8	4.3950
Sin alimento	8	2.0200

La estimación del punto para  $\eta_1 - \eta_2$  es 2.4800  
95.9 El porcentaje IC para  $\eta_1 - \eta_2$  es (1.9999;2.7498)  
W = 100.0  
Prueba de  $\eta_1 = \eta_2$  vs.  $\eta_1 \neq \eta_2$  es significativa en 0.0009  
La prueba es significativa en 0.0008 (ajustado por empates)

Conclusión: A un nivel de significación de 0.05, se rechaza  $H_0$ . Por lo tanto, se puede afirmar que existen diferencias significativas entre la longevidad media de las hembras sin cópula con alimento y sin alimento en la tercera generación.

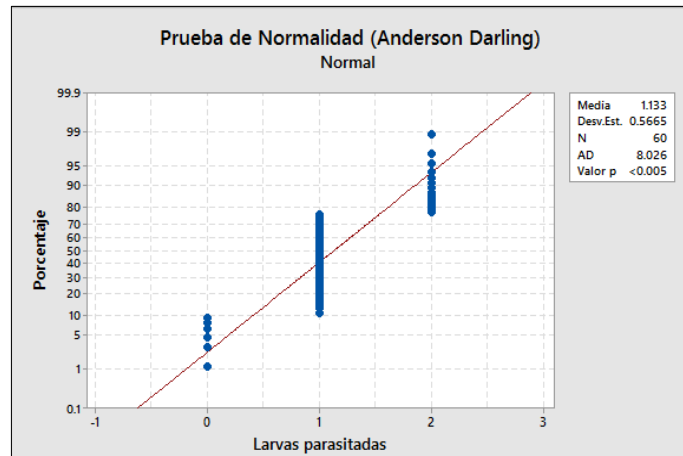


## ANEXO 32

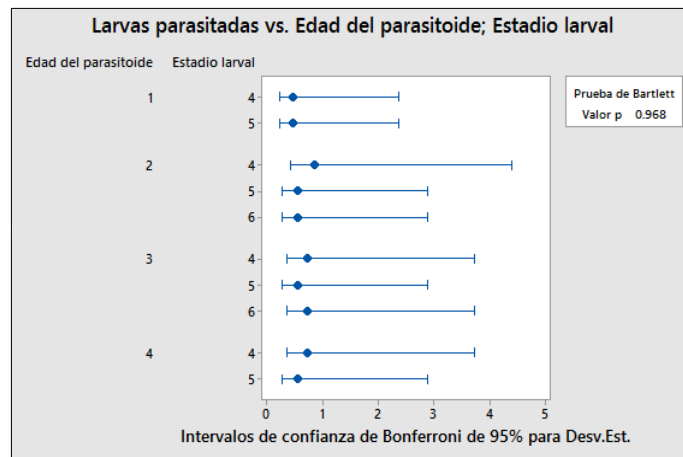
Prueba estadística para determinar el número de larvas parasitadas por las distintas edades del parasitoide *Cotesia flavipes* C. sobre los estadios larvales IV, V y VI de *Diatraea saccharalis*.

### Verificación de Supuestos:

Normalidad de errores:



Homogeneidad de Varianzas:



Conclusión (supuestos):

Dado que no se cumple el supuesto de Normalidad de errores ( $p < 0.05$ ) y si el de Homogeneidad de Varianzas ( $p > 0.05$ ), es decir solo se cumple uno de los supuestos se procede a realizar la Prueba No paramétrica Kruskal Wallis en lugar del DCA.

Prueba Estadística:

Ho: El número de larvas promedio es el mismo para cada edad del parasitoide sobre los estadios larvales IV, V y VI del hospedero.

H1: El número de larvas promedio es el mismo para cada edad del parasitoide sobre los estadios larvales IV, V y VI del hospedero.

Nivel de significación: 0.05.

Prueba estadística:

Prueba de Kruskal Wallis

	Edad del Parasitoide	Estadio Larval	N	Medias	D.E.	Medianas	H	P
% DE PARASITISMO	1	IV	5	1.20	0.45	1.00	7.98	0.3970
	1	V	5	1.20	0.45	1.00		
	1	VI	5	1.00	0.00	1.00		
	2	IV	5	1.20	0.84	1.00		
	2	V	5	1.60	0.55	2.00		
	2	VI	5	1.40	0.55	1.00		
	3	IV	5	1.00	0.71	1.00		
	3	V	5	1.40	0.55	1.00		
	3	VI	5	1.00	0.71	1.00		
	4	IV	5	1.00	0.71	1.00		
	4	V	5	0.60	0.55	1.00		
	4	VI	5	1.00	0.00	1.00		

Conclusión:

Se acepta Ho. A un nivel de significación 0.05, existe suficiente evidencia estadística para afirmar que el número de larvas promedio es el mismo para cada edad del parasitoide sobre los estadios larvales IV, V y VI del hospedero.

### ANEXO 33

**Registro de temperatura máxima, mínima y promedio durante la primera generación de *Cotesia flavipes* C. Sullana, Piura, Perú. 2016.**

Mes	Día	Máxima	Mínima	Rango	Promedio
Marzo	20	30.0	27.7	2.3	28.9
	21	30.9	26.6	4.3	28.8
	22	31.2	26.5	4.7	28.9
	23	31.4	26.9	4.5	29.2
	24	31.6	27.4	4.2	29.5
	25	31.1	26.5	4.6	28.8
	26	30.6	26.6	4.0	28.6
	27	30.5	26.5	4.0	28.5
	28	30.5	26.8	3.7	28.7
	29	32.1	27.1	5.0	29.6
	30	32.1	27.5	4.6	29.8
31	31.1	27.3	3.8	29.2	
Abril	1	31.3	27.0	4.3	29.2
	2	30.4	26.8	3.6	28.6
	3	29.4	26.6	2.8	28.0
	4	31.3	26.3	5.0	28.8
	Promedio	30.97	26.88	4.1	28.9
	DS	0.72	0.42	0.74	0.46
	Max	32.1	27.7	5	29.8
	Min	29.4	26.3	2.3	28
	Rango	2.7	1.4	2.7	1.8

## ANEXO 34

**Registro de temperatura máxima, mínima y promedio durante la segunda generación de *Cotesia flavipes* C. Sullana, Piura, Perú. 2016.**

Mes	Día	Máxima	Mínima	Rango	Promedio	
Abril	3	29.4	26.6	2.8	28.0	
	4	31.3	26.3	5.0	28.8	
	5	31.2	26.6	4.6	28.9	
	6	30.9	26.9	4.0	28.9	
	7	30.9	27	3.9	29.0	
	8	30.4	26	4.4	28.2	
	9	30.5	26.4	4.1	28.5	
	10	30.8	26.6	4.2	28.7	
	11	31.4	26.5	4.9	29.0	
	12	31.2	26.7	4.5	29.0	
	13	31.1	26.8	4.3	29.0	
	14	30.9	27.1	3.8	29.0	
	15	30.7	27.3	3.4	29.0	
	16	30.3	27.2	3.1	28.8	
	17	29.7	26.2	3.5	28.0	
	18	30.6	26.2	4.4	28.4	
	19	30.5	25.7	4.8	28.1	
	20	30	25.3	4.7	27.7	
	21	30	25.3	4.7	27.7	
	22	30	24.9	5.1	27.5	
		Promedio	30.59	26.38	4.2	28.5
		DS	0.56	0.66	0.64	0.52
	Max	31.4	27.3	5.1	29	
	Min	29.4	24.9	2.8	27.45	
	Rango	2	2.4	2.3	1.55	

**ANEXO 35**

**Registro de temperatura máxima, mínima y promedio durante la tercera generación de *Cotesia flavipes* C. Sullana, Piura, Perú. 2016.**

Mes	Día	Máxima	Mínima	Rango	Promedio
Abril	18	30.6	26.2	4.4	28.4
	19	30.5	25.7	4.8	28.1
	20	30.3	25.7	4.7	28
	21	30.1	25.9	4.7	28
	22	30.3	25.6	5.1	27.95
	23	30.1	25.9	4.2	28
	24	30.3	25.9	4.4	28.1
	25	30.7	26	4.7	28.35
	26	29.7	25.5	4.2	27.6
	27	30.1	26	4.1	28.05
	28	29.9	26.6	3.3	28.25
	29	30.4	26	4.4	28.2
	30	29.6	26.5	3.1	28.05
Mayo	1	29.7	26.2	3.5	27.95
	2	30.5	25.6	4.9	28.05
	3	30.5	25.5	5	28
	4	30	25.2	4.8	27.6
	5	30.1	25.2	4.9	27.65
	6	30.2	25.3	4.9	27.75
	Promedio	30.19	25.82	4.43	28.00
	DS	0.31	0.40	0.58	0.23
	Max	30.7	26.6	5.1	28.4
	Min	29.6	25.2	3.1	27.6
	Rango	1.1	1.4	2	0.8

## ANEXO 36

Registro de humedad relativa máxima, mínima y promedio durante la primera generación de *Cotesia flavipes* C. Sullana, Piura, Perú. 2016.

Mes	Día	Máxima	Mínima	Rango	Promedio
Marzo	20	73	60	13	66.5
	21	70	56	14	63.0
	22	60	57	3	58.5
	23	65	57	8	61.0
	24	65	55	10	60.0
	25	67	54	13	60.5
	26	61	56	5	58.5
	27	68	58	10	63.0
	28	67	57	10	62.0
	29	65	57	8	61.0
	30	64	58	6	61.0
Abril	31	67	57	10	62.0
	1	65	57	8	61.0
	2	66	58	8	62.0
	3	74	66	8	70.0
	4	70	58	12	64.0
	Promedio	66.69	57.56	9	62.10
	DS	3.77	2.63	3.01	2.88
	Max	74	66	14	70
	Min	60	54	3	58.5
	Rango	14	12	11	11.5

**ANEXO 37**

**Registro de humedad relativa máxima, mínima y promedio durante la segunda generación de *Cotesia flavipes* C. Sullana, Piura, Perú. 2016.**

Mes	Día	Máxima	Mínima	Rango	Promedio	
Abril	3	74	66	8.0	70.0	
	4	70	58	12.0	64.0	
	5	70	56	14.0	63.0	
	6	67	56	11.0	61.5	
	7	65	56	9.0	60.5	
	8	67	54	13.0	60.5	
	9	67	54	13.0	60.5	
	10	65	56	9.0	60.5	
	11	64	56	8.0	60.0	
	12	66	57	9.0	61.5	
	13	66	58	8.0	62.0	
	14	65	57	8.0	61.0	
	15	62	53	9.0	57.5	
	16	63	55	8.0	59.0	
	17	67	55	12.0	61.0	
	18	63	53	10.0	58.0	
	19	63	50	13.0	56.5	
	20	63	54	9.0	58.5	
	21	64	53	11.0	58.5	
	22	62	54	8.0	58.0	
		Promedio	65.65	55.55	10.1	60.6
		DS	3.05	3.14	2.07	2.91
	Max	74	66	14	70	
	Min	62	50	8	56.5	
	Rango	12	16	6	13.5	

## ANEXO 38

Registro de humedad relativa máxima, mínima y promedio durante la tercera generación de *Cotesia flavipes* C. Sullana, Piura, Perú. 2016.

Mes	Día	Máxima	Mínima	Rango	Promedio
Abril	18	63	55	10	59
	19	63	53	13	58
	20	64	54	9	59
	21	64	55	11	59.5
	22	62	54	8	58
	23	64	54	10	59
	24	64	56	8	60
	25	63	58	5	60.5
	26	63	58	5	60.5
	27	62	55	7	58.5
	28	65	55	10	60
	29	62	55	7	58.5
	30	59	55	4	57
Mayo	1	59	55	4	57
	2	59	56	3	57.5
	3	58	52	6	55
	4	58	54	4	56
	5	60	53	7	56.5
	6	60	53	7	56.5
	Promedio	61.7	54.7	7.3	58.2
	DS	2.29	1.56	2.75	1.58
	Max	65	58	13	60.5
	Min	58	52	3	55
	Rango	7	6	10	5.5



