

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
ESCUELA DE POSGRADO

MAESTRÍA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS
MENCIÓN: CULTIVOS TROPICALES



EFECTO DE TRES PARASITOIDES TRICHOGRAMMATIDAE EN EL CONTROL
DE *Carmenta foraseminis* (MAZORQUERO DEL CACAO) EN TINGO MARÍA

Tesis

Para optar el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS AGRÍCOLAS,
MENCIÓN: CULTIVOS TROPICALES

PRESENTADO POR:

ALEJANDRO FERNANDEZ FLORES

ASESOR:

JOSÉ LUIS GIL BACILIO

Tingo María – Perú.

2022



“Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional”

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS
Nro. 02-2022-UP-FA-UNAS

En la ciudad universitaria, siendo las 8:00 p.m., del jueves 10 de noviembre de 2022, reunidos en la sala de audiovisuales de la Facultad de Agronomía, se instaló el Jurado Calificador a fin de proceder a la sustentación de la tesis titulada:

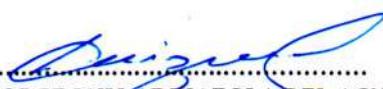
“EFECTO DE TRES PARASITOIDES TRICHOGRAMMATIDAE EN EL CONTROL DE *Carmenta foraseminis* (MAZORQUERO DEL CACAO) EN TINGO MARÍA”

A cargo del candidato al Grado de Maestro en Ciencias Agrícolas, mención Cultivos Tropicales, **Ing. ALEJANDRO FERNANDEZ FLORES**.

Luego de la exposición y absueltas las preguntas de rigor, el Jurado Calificador procedió a emitir su fallo declarando **aprobado** con el calificativo de **muy bueno**.

Acto seguido, a horas 9:30 p.m. el presidente dio por culminada la sustentación; procediéndose a la suscripción de la presente acta por parte de los miembros del jurado, quienes dejan constancia de su firma en señal de conformidad.


M. Sc. MIGUEL EDUARDO ANTEPARRA PAREDES
Presidente del Jurado


M. Sc. JORGE LUIS ADRIAZOLA DEL AGUILA
Miembro del Jurado


M. Sc. GIANNFRANCO EGOÁVIL JUMP
Miembro del Jurado




M. Sc. JOSE LUIS GIL BACILIO
Asesor



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
DIRECCIÓN DE GESTIÓN DE INVESTIGACIÓN - DGI
REPOSITORIO INSTITUCIONAL - UNAS

Correo: repositorio@unas.edu.pe



“Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho”

CERTIFICADO DE SIMILITUD T.I. N° 065 - 2024 - CS-RIDUNAS

El Director de la Dirección de Gestión de Investigación de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, quien suscribe,

CERTIFICA QUE:

El Trabajo de Investigación; aprobó el proceso de revisión a través del software TURNITIN, evidenciándose en el informe de originalidad un índice de similitud no mayor del 25% (Art. 3° - Resolución N° 466-2019-CU-R-UNAS).

Programa de Estudio:

Maestría en Cultivos Tropicales

Tipo de documento:

Tesis	X	Trabajo de Suficiencia Profesional
-------	---	------------------------------------

TÍTULO	AUTOR	PORCENTAJE DE SIMILITUD
EFFECTO DE TRES PARASITOIDES TRICHOGRAMMATIDAE EN EL CONTROL DE Carmenta foraseminis (MAZORQUERO DEL CACAO) EN TINGO MARÍA	ALEJANDRO FERNANDEZ FLORES	22 % Veintidós

Tingo María, 26 de febrero de 2024

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
UNIDAD DE GESTIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Dr. Tomas Menacho Mallqui
JEFE

C.C. Archivo

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
ESCUELA DE POSGRADO
MAESTRÍA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS
MENCIÓN SANIDAD VEGETAL



Título : Efecto de tres parasitoides trichogrammatidae en el control del *Carmenta foraseminis* (Mazorquero del cacao) en Tingo María

Autor : Alejandro Fernandez Flores

Asesor (es) : Blgo. M. Sc. José Luis Gil Bacilio

:

Programa de Investigación : Diagnóstico fitosanitario y bioinsumos

Línea (s) de Investigación : Diagnóstico y evaluación de fitopatógenos, insectos plaga y arvenses en especies agrícolas y forestales de investigación.

Eje temático de investigación : Control de mazorquero usando trichogrammatidae

Lugar de ejecución : Distrito de Crespo Castillo, provincia de Leoncio Prado

Duración del trabajo : 7 meses

Financiamiento : S/. 8 400,00

Tingo María – Perú. Octubre, 2023.



**VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
OFICINA DE INVESTIGACIÓN**

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

**REGISTRO DE TESIS PARA LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO UNIVERSITARIO, INVESTIGACION
DOCENTE Y TESISISTA.**

(Resol. N° 113-2019-CU-R-UNAS)

I. Datos generales de posgrado

Universidad : Universidad Nacional Agraria de la Selva
Facultad : Facultad de Agronomía
Título de la tesis : **EFFECTO DE TRES PARASITOIDES
TRICHOGRAMMATIDAE EN EL CONTROL
DE *Carmenta foraseminis* (MAZORQUERO DEL
CACAO) EN TINGO MARÍA**

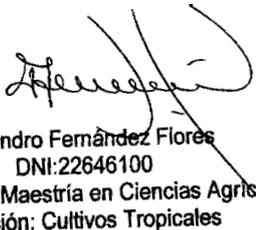
Autor : Alejandro Fernández Flores
Asesor de tesis : Mg Sc. José Luis Gil Bacilio
Maestría/Mención : Ciencias Agrícolas/Cultivos Tropicales
Área de Investigación : Diagnóstico fitosanitario y bioinsumos

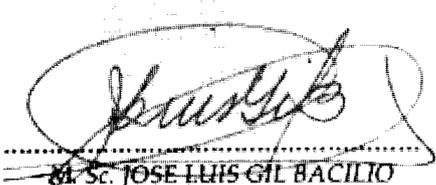
Línea (s) de investigación : Diagnóstico y evaluación de fitopatógenos, insectos
: plaga y arvenses en especies agrícolas y forestales de
investigación.

Eje temático de investigación : Control de mazorquero usando trichogrammatidae
Lugar de Ejecución : Venenillo
Duración : 7 meses
: Inicio : Noviembre - 2017
: Término : Junio - 2018

Financiamiento : FEDU : S/ 0,00
: Propio : S/ 10 800,00
: Otros : S/ 0,00

Tingo María, Perú, febrero 2024.


Alejandro Fernández Flores
DNI: 22646100
Tesisista de la Maestría en Ciencias Agrícolas
Mención: Cultivos Tropicales


Mg Sc. JOSÉ LUIS GIL BACILIO
Asesor

DEDICATORIA

A Dios:

Por el éxito y la satisfacción de esta investigación, quien me regala los dones de la sabiduría para enfrentar los retos, y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor

A mis queridos hermanos:

AMADOR y CLEMENCIA; por ser el ejemplo de hermanos luchadores de quienes aprendí aciertos; recibí apoyo, motivación y son también fuente de energía cuando la necesitaba en momentos difíciles.

A mis amigos:

Que nos apoyamos mutuamente en nuestra formación profesional y que hasta ahora, seguimos siendo amigos: Percy Sajamí, Carlos Sajami, Verence Valles, Jacira Martel y Raphael Rojas Sedano.

AGRADECIMIENTOS

- A través del presente trabajo de investigación, hago llegar mis sinceros agradecimientos a los docentes de la Escuela de Post Grado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva Tingo María, quienes supieron volcar sus sabios conocimientos científicos y experiencias, en aras del fortalecimiento de mi formación profesional.
- A mi asesor, Blgo. M. Sc. José Luis Gil Bacilio, por su decidido e invaluable apoyo durante la ejecución y culminación del presente trabajo de investigación.
- Al Ing. M. Sc. Miguel Anteparra Paredes, presidente del jurado de tesis, por su exigencia en la redacción del presente informe, en aras de la competitividad y el cumplimiento del rigor científico correspondiente.
- Al Ing. Pedro Vega y Montecillo, jefe del Área de Sanidad Vegetal del Servicio Nacional de Sanidad Agraria, Dirección Ejecutiva SENASA – Huánuco, por sus experiencias impartidas que dieron mayor consistencia al presente trabajo de investigación.
- A las Ingenieras Hilda Gómez y Carmen Salcedo Velarde, del Servicio Nacional de Sanidad Agraria SENASA Lima, Dirección de Sanidad Vegetal – Sub Dirección de Control Biológico, por su apoyo y envío oportuno y responsable del material biológico.

ÍNDICE

	Página
RESUMEN	
ABSTRACT	
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1. Fundamentación teórica.....	3
2.1.1. Descripción de <i>Carmenta foraseminis</i> (Busck) Eichlin como plaga clave del cacao	3
2.1.2. Descripción de <i>Trichogramma</i> sp., parasitoide de huevos	5
2.1.3. Clasificación de los parasitoides.....	8
2.1.4. Manejo integrado de <i>Carmenta foraseminis</i> (Busck) Eichlin	10
2.2. Antecedentes relacionados a la investigación.....	12
III. MATERIALES Y MÉTODOS	13
3.1. Tipo y nivel de investigación.....	13
3.1.1. Tipo de Investigación	13
3.1.2. Nivel de investigación	13
3.2. Lugar de ejecución.....	13
3.2.1. Zona de vida	14
3.2.2. Observaciones meteorológicas	14
3.3. Población, muestra y unidad de análisis	14
3.3.1. Población	14
3.3.2. Muestra.....	14
3.3.3. Tipo de muestreo	14
3.3.4. Descripción del campo experimental.....	16
3.3.5. Características del campo experimental	18
3.4. Tratamiento en estudio	18
3.5. Diseño de investigación.....	19
3.5.1. Esquema del análisis estadístico.....	19
3.5.2. Modelo estadístico	19
3.5.3. Datos a registrar	19
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección y procesamiento de datos.....	19
3.6.1. Técnicas bibliográficas	19
3.6.2. Técnicas de campo.....	20

3.6.3. Instrumentos de recolección de información	20
3.7. Conducción de la investigación	21
3.7.1. Reconocimiento de la parcela experimental	21
3.7.2. Demarcación de la parcela experimental	21
3.7.3. Selección de las plantas	21
3.7.4. Evaluación del nivel de infestación por <i>C. foraseminis</i>	21
3.7.5. Obtención de los parasitoides	22
3.7.6. Liberación de los parasitoides	22
3.7.7. Evaluación del rendimiento del cacao	22
3.7.8. Interpretación de resultados	22
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	24
4.1. Porcentaje de infestación antes de la liberación de los parasitoides Trichogrammatidae	24
4.2. Eficiencia de tres parasitoides Trichogrammatidae en el control del “mazorquero del cacao” (<i>Carmenta foraseminis</i>)	26
4.3. Número de larvas por fruto de cacao	37
4.4. Rendimiento de cacao en kg/ha	39
V. CONCLUSIONES	45
VI. PROPUESTAS A FUTURO	46
VII. REFERENCIAS	47
ANEXOS	51

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Página
1. Esquema del análisis de varianza.....	19
2. Análisis de varianza para el porcentaje de infestación de <i>Carmenta foraseminis</i> en frutos de cacao antes la liberación de los parasitoides Trichogrammatidae, bajo condiciones de Tingo María.....	24
3. Prueba de significación de Tukey ($\alpha = 0,05$ y $\alpha = 0,01$) para el porcentaje de infestación a nivel de frutos antes de la liberación de los parasitoides Trichogrammatidae	25
4. Análisis de varianza para el porcentaje de infestación de <i>Carmenta foraseminis</i> después la liberación de los parasitoides Trichogrammatidae.....	27
5. Análisis de varianza para el porcentaje de infestación de <i>Carmenta foraseminis</i> , después de la liberación de los parasitoides Trichogrammatidae.	28
6. Análisis de varianza para el porcentaje de infestación después de la liberación de los parasitoides Trichogrammatidae (desde la séptima hasta la décima evaluación).....	31
7. Prueba de Tukey ($\alpha=0,05$) para el porcentaje de infestación de <i>Carmenta foraseminis</i> por efecto de tres parasitoides Trichogrammatidae (desde la séptima hasta decima evaluación).	32
8. Análisis de variancia para el porcentaje de incidencia de <i>Carmenta foraseminis</i> en frutos de cacao a los 180 días después de la liberación de tres parasitoides Trichogrammatidae.	35
9. Prueba de comparación de Tukey ($\alpha=0,05$) para el porcentaje de infestación de <i>C. foraseminis</i> en frutos de cacao a los 165 días después de la liberación de tres parasitoides Trichogrammatidae.	36
10. Análisis de variancia para el número de larvas de <i>C. foraseminis</i> por fruto de cacao después de la liberación de los parasitoides Trichogrammatidae	37
11. Prueba de Tukey ($\alpha=0,05$) para el número de larvas de <i>C. foraseminis</i> por fruto de cacao por efecto de tres parasitoides Trichogrammatidae.	38
12. Análisis de variancia para el rendimiento de cacao en campaña chica por efecto de tres parasitoides Trichogrammatidae en el control de <i>C. foraseminis</i>	40
13. Prueba de Tukey ($\alpha=0,05$) para el rendimiento de cacao en campaña chica por efecto de tres parasitoides de Trichogrammatidae en el control de <i>C. foraseminis</i>	41

14.	Evaluación del porcentaje de infestación de <i>C. foraseminis</i> en frutos de cacao, antes de la liberación de tres parasitoides Trichogrammatidae (06 de noviembre del 2017).	52
15.	Evaluación del porcentaje de infestación de <i>C. foraseminis</i> en frutos de cacao, después de la liberación de tres parasitoides Trichogrammatidae (21 de noviembre del 2017).	52
16.	Evaluación del porcentaje de infestación de <i>C. foraseminis</i> en frutos de cacao, después de la liberación de tres parasitoides Trichogrammatidae (06 de diciembre del 2017).	52
17.	Evaluación del porcentaje de infestación de <i>C. foraseminis</i> en frutos de cacao, después de la liberación de tres parasitoides Trichogrammatidae (21 de diciembre del 2017).	52
18.	Evaluación del porcentaje de infestación de <i>C. foraseminis</i> en frutos de cacao, después de la liberación de tres parasitoides Trichogrammatidae (10 de enero del 2018).	53
19.	Evaluación del porcentaje de infestación de <i>C. foraseminis</i> en frutos de cacao, después de la liberación de tres parasitoides Trichogrammatidae (07 de febrero del 2018).	53
20.	Evaluación del porcentaje de infestación de <i>C. foraseminis</i> en frutos de cacao, después de la liberación de tres parasitoides Trichogrammatidae (22 de febrero del 2018).	53
21.	Evaluación del porcentaje de infestación de <i>C. foraseminis</i> en frutos de cacao, después de la liberación de tres parasitoides Trichogrammatidae (12 de marzo del 2018).	53
22.	Evaluación del porcentaje de infestación de <i>C. foraseminis</i> en frutos de cacao, después de la liberación de tres parasitoides Trichogrammatidae (27 de marzo del 2018).	54
23.	Evaluación del porcentaje de infestación de <i>C. foraseminis</i> en frutos de cacao, después de la liberación de tres parasitoides Trichogrammatidae (12 de abril del 2018).	54
24.	Evaluación del porcentaje de infestación de <i>C. foraseminis</i> en frutos de cacao, después de la liberación de tres parasitoides Trichogrammatidae (30 de abril del 2018).	54

25.	Evaluación del porcentaje de infestación de <i>C. foraseminis</i> en frutos de cacao, después de la liberación de tres parasitoides Trichogrammatidae (20 de mayo del 2018).	54
26.	Efecto de tres parasitoides Trichogrammatidae en el rendimiento de frutos dañados (kg/ha).	55
27.	Efecto de tres parasitoides Trichogrammatidae en el rendimiento de frutos sanos (kg/ha).	55
28.	Efecto de tres parasitoides Trichogrammatidae en el rendimiento de frutos totales (kg/ha).	55
29.	Evaluación del número de larvas de <i>C. foraseminis</i> por efecto de tres parasitoides Trichogrammatidae (6 de diciembre del 2018)	55
30.	Evaluación del número de larvas de <i>C. foraseminis</i> por efecto de tres parasitoides Trichogrammatidae (20 de mayo del 2019).	55

ÍNDICE DE FIGURAS

Tabla	Página
1. Ciclo biológico de <i>Carmenta foraseminis</i> Eichlin.	4
2. Ciclo de vida de <i>Trichogramma</i> sp.	7
3. Mapa de ubicación de las parcelas experimentales de cacao.	13
4. Croquis del campo experimental.....	16
5. Croquis de la unidad experimental.....	17
6. Porcentaje de infestación de <i>Carmenta foraseminis</i> antes de la liberación de los parasitoides Trichogrammatidae.	25
7. Porcentaje de infestación de <i>Carmenta foraseminis</i> después de la liberación de los tres parasitoides (<i>T. pintoii</i> , <i>T. pretiosum</i> y <i>T. galloi</i>).....	30
8. Porcentaje de infestación de <i>Carmenta foraseminis</i> después de la liberación de los parasitoides (desde la séptima hasta decima evaluación).	33
9. Efecto de tres parasitoides Trichogrammatidae en el control del “Mazorquero del cacao” (<i>Carmenta foraseminis</i>) en el cultivo de cacao bajo condiciones de Tingo María.	34
10. Porcentaje de infestación de <i>C. foraseminis</i> en frutos de cacao por efecto de la liberación de los parasitoides (última evaluación).	37
11. Número de larvas de <i>C. foraseminis</i> por fruto de cacao, después de la liberación de los tres parasitoides Trichogrammatidae.....	39
12. Rendimiento de cacao en campaña chica por efecto de tres parasitoides Trichogrammatidae en el control de <i>C. foraseminis</i>	43
13. Envío a Tingo María de avispitas <i>Trichogramma</i> spp. por el SENASA – Lima en cajas de tecnoport.	56
14. Separación de los parasitoides (<i>Trichogramma pintoii</i> , <i>T. pretiosun</i> y <i>T. galloi</i>) para su liberación en las parcelas de cacao.	56
15. Trampas preparadas y listas con vasos descartables de plástico para ser utilizados en las liberaciones de <i>Trichogramma</i> spp.....	56
16. Liberación de las avispitas <i>Trichogramma</i> spp. utilizando vasos descartables de plástico instalados en las parcelas de cacao	57
17. Etiqueta para <i>Trichogramma pintoii</i> liberada en las parcelas de cacao	58
18. Cosecha de frutos de cacao.....	58
19. Frutos sanos de cacao.....	59
20. Frutos partidos de cacao.....	59

21.	Procesamiento de los frutos cosechados de cacao	60
22.	Frutos de cacao atacados por <i>Carmenta foraseminis</i>	60
23.	Frutos de cacao sin ataque de <i>Carmenta foraseminis</i>	61
24.	Blgo. José L. Gil B., asesor de tesis, inspeccionando la instalación de los tratamientos en las parcelas de cacao.....	61
25.	Guía de remisión Nro. 26, MINAGRI-SENASA-SCB/ENT, certificando en envío de las avispidas <i>Trichogramma pintoii</i> , <i>T. galloi</i> y <i>T. pretiosum</i>	62

RESUMEN

El trabajo de investigación planteó evaluar la comparación de tres parasitoides Trichogrammatidae y testigo, como alternativa para el control del mazorquero del cacao (*Carmenta foraseminis* (Busck) Eichlin) en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) y determinar la influencia de estos parasitoides en el rendimiento de cacao. El diseño del experimento fue de bloques completamente al azar con 4 tratamientos y 3 repeticiones. Las variables evaluadas fueron porcentaje de infestación de mazorquero por cada tratamiento, efecto de los diferentes tratamientos en el control de *C. foraseminis*. Los tratamientos fueron: *Trichogramma pretiosum*, *T. pintoii*, *T. galloi* y testigo. Los resultados obtenidos demostraron que en las 12 liberaciones realizadas el tratamiento *T. galloi* mostró la mayor efectividad en el control de *C. foraseminis* con un promedio de disminución en la incidencia del 33 % promedio inicial que fue la línea base al 18,42 %, seguido de *T. pretiosum* con un promedio 18,89 %, *T. pintoii* con un promedio 19,58 % y testigo con un promedio de 26,58 % de control, respectivamente. Finalmente se recomienda que *T. galloi*, debe ser incluido dentro del manejo integrado de plagas, debido a su efectividad para el control de *C. foraseminis*.

Palabras claves: *Carmenta foraseminis* (Busck) Eichlin, parasitoides, Trichogrammatidae, rendimiento, *Theobroma cacao* L.

ABSTRACT

Research work Trichogrammatidae proposed to evaluate three parasitoids' comparison and witness, as an alternative for the control of the mazorquero (*Carmenta foraseminis* (Busck) Eichlin) in the cultivation of cocoa (*Theobroma cacao* L.). The design of the experiment came from completely random blocks with 04 treatments and 03 repetitions. The evaluated variables were number of mazorquero for each treatment, effect of the different treatments in the control of *C. foraseminis*. Treatments were: *Trichogramma pretiosum*, *T. pintoii* and *T. galloi* and witness. The obtained results demonstrated that the treatment *T. galloi* showed the bigger effectiveness in the control of *C. foraseminis* of the 12 applications with 18,42 %'s, *Trichogramma's* average *pretiosum* being located secondly with an average 18,89 % of control respectively, *T. pintoii* remaining third position with an average 19,58 % of control respectively and witness with an average of 26,83 % of control respectively Finally is recommended to the *Trichogramma's* implementation *galloi*, due to its effectiveness for the control of *C. foraseminis*.

Keywords: *Carmenta foraseminis* (Busck) Eichlin, parasitoids, Trichogrammatidae, performance, *Theobroma cacao* L.

I. INTRODUCCIÓN

El cultivo del cacao (*Theobroma cacao* L.) es el principal producto de agro exportación, generadora de divisas y empleo, aproximadamente promueve 20 millones de jornales anuales. Los países consumidores de cacao son muy exigentes en la calidad del producto, por lo que solicitan productos inocuos, sin restos de residuos tóxicos.

Actualmente los agricultores productores de cacao del mundo, vienen siendo afectados en su economía, toda vez que el “mazorquero del cacao” (*Carmenta foraseminis* (Busck) Eichlin) reduce sus rendimientos y por ende elevan sus costos de producción, en ese sentido vienen realizando denodados esfuerzos para poder combatir o reducir el nivel de daño mediante la práctica de diferentes métodos de control, llámese control cultural, físico, etológico, entre otros. La práctica del control biológico no debe ser ajeno a esta realidad, de ser exitoso el presente trabajo de investigación, formaría parte en la implementación del Manejo Integrado de Plagas en el cultivo de cacao. En los sistemas de Manejo Integrado de Plagas (MIP), que emplean recursos naturales para mantener el número de especies dañinas en los cultivos por debajo de niveles que generan un impacto económico, el control biológico juega un papel fundamental (García et al., 2004).

Las larvas salen del fruto a través de galerías mientras se alimentan. Cuando maduran lo suficiente como para convertirse en pupas, construyen un camino de escape hacia el exterior, que se abre para dejar entrar la humedad cuando emerge el adulto. Debido a esto, las bacterias y otros agentes pueden penetrar e infiltrarse fácilmente en las semillas, fermentando el mucílago y destruyendo el sabor y la fragancia distintivos del cacao (Cubillos, 2013). Las constantes pérdidas económicas que ocasiona la presencia de *C. foraseminis* en el cultivo de cacao instalado en los valles del Huallaga y otros departamentos del país, conlleva a buscar algún método de control más adecuado, a fin de reducir las pérdidas en rendimiento y calidad en el agroecosistema de cacao (Alomía, 2015).

Dado que el manejo biológico de plagas es una de las opciones disponibles más prácticas y ambientalmente seguras, se recomienda promover estrategias que incorporen varios enfoques de control como parte de los programas de Manejo Integrado de Plagas. Por lo mencionado, nos planteamos la siguiente hipótesis: si liberamos los tres parasitoides (*Trichogramma pretiosum*, *T. pintoi* y *T. galloi*) en el cultivo del cacao CCN-51, se tendrá efecto significativo en el control del “Mazorquero del cacao” (*Carmenta foraseminis*) en el caserío de Venenillo, provincia de Leoncio Prado, Tingo María.

Los objetivos del presente trabajo de investigación son los siguientes:

Objetivo general:

Determinar el efecto de tres parasitoides (*Trichogramma pretiosum* Riley, *T. pintoi* Voegelé y *T. galloi* Zucchi) en el control del “Mazorquero del cacao” (*Carmenta foraseminis* (Busck) Eichlin) y rendimiento en el cultivo de cacao CCN-51, instalado en el caserío de Venenillo, provincia de Leoncio Prado, Tingo María.

Objetivos específicos:

- a. Determinar el efecto de *Trichogramma pretiosum* Riley, *T. pintoi* Voegelé y *T. galloi* Zucchi en el porcentaje de infestación del “Mazorquero del cacao” (*Carmenta foraseminis* (Busck) Eichlin) en el cultivo de cacao CCN-51, georreferenciado en el caserío de Venenillo, provincia de Leoncio Prado, Tingo María.
- b. Evaluar la influencia de los tres parasitoides (*T. pretiosum*, *T. pintoi* y *T. galloi*) en el rendimiento del cacao CCN-51 en campaña chica, instalado en el caserío de Venenillo, provincia de Leoncio Prado, Tingo María.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Fundamentación teórica

Moncayo (1957), en Colombia menciona que el “Perforador de la mazorca del cacao” (*Carmenta foraseminis* (Busck) Eichlin.) Fue descrita como un tipo de polilla que formaba galerías en las mazorcas de los árboles de cacao en el occidental departamento de Antioquia. Como otros lepidópteros, *Carmenta foraseminis* exhibe holometabolismo o metamorfosis completa. Las larvas causan daño al consumir principalmente la placenta del fruto y el mucílago de la semilla; su ciclo de vida de 71 días culmina en la edad adulta (Cubillos, 2013).

Leal y Hernández (1990), señalan que, las larvas que tienen la cabeza de color marrón oscuro y color amarillo blanquecino, emergen de los huevos y penetran inmediatamente en los frutos para desarrollarse en su interior. Rápidamente buscan refugio en la oscuridad cuando se les retira de su hábitat normal porque les irrita la luz. Las nueve fases por las que pasan las larvas abarcan 36 días. Pueden morder y perforar las almendras, pero sus principales fuentes de alimento son el mucílago de la semilla y el tejido placentario del fruto. Alomía (2015), manifiesta que la polilla negra del cacao *Carmenta foraseminis*, alcanza daños considerables de 52,7 % en condiciones de selva central de Satipo.

2.1.1. Descripción de *Carmenta foraseminis* (Busck) Eichlin como plaga clave del cacao

a. Origen

Eichlin (1995), la llamó *Carmenta foraseminis* (Busck) Eichlin, que proviene del latín Foro (aburrido) y Seminis (semilla); el nombre hace referencia a la perforación de semillas provocada por las larvas de este fitófago; describieron la especie a partir de especímenes criados con semillas de *Gustavia angustifolia* Bernth, *Gustavia. superba* y *Eschweilera sp.* de Panamá y en frutos de cacao de Colombia. También afirmaron que esta especie se distribuye en Panamá, Colombia, Venezuela y muy probablemente en Brasil.

b. Ciclo biológico de *Carmenta foraseminis*

• Huevo

Están dispuestos individualmente en la epidermis de los frutos y puede resultar difícil verlos a simple vista, especialmente cuando los frutos están casi maduros (a partir de los cuatro meses). Aunque se han descubierto hasta 14 huevos dentro de un oído, a menudo se descubren de uno a seis; los huevos son ovalados, de color marrón oscuro y requieren

siete días para eclosionar. La mayor cantidad de puesta ocurre en agosto y septiembre, y disminuye significativamente desde finales de octubre hasta abril (Leal y Hernández, 1990).

- **Larvas**

Cubillos (2013), indica que las larvas son de color blanco amarillento con una cabeza de color marrón oscuro, que la luz las molesta y que rápidamente buscan refugio en la oscuridad cuando se las transporta fuera de su hábitat normal. Las larvas nacen de los huevos y perforan los frutos para desarrollarse en su interior. Según Leal y Hernández (1990), las larvas de *C. foraseminis* pasan por nueve estadios a lo largo de 36 días. Pueden morder y perforar las almendras, pero sus principales fuentes de alimento son el mucílago de la semilla y el tejido placentario del fruto.

- **Pupa**

Cubillos (2013), sostiene que las larvas completamente desarrolladas construyen un fino saco, o capullo, con sus excrementos y seda para proteger a la pupa hasta que emerge el adulto. El capullo se coloca debajo de la epidermis de la fruta y, justo antes de que emerja el adulto, la pupa rompe el capullo y se desliza hacia la superficie de la fruta, dejando la exuvia de la pupa parcialmente expuesta. Entonces emerge el adulto. Leal y Hernández (1990), indican que el periodo pupal es de 21 días en promedio y son de color castaño rojizo.



Figura 1. Ciclo biológico de *Carmenta foraseminis* Eichlin.

- **Adultos**

Cubillos (2013), explica que en circunstancias naturales los adultos aparecen entre 27 y 35 días después de los primeros indicios de la presencia del barrenador en los frutos del cacao. Leal y Hernández (1990), muestran que, en condiciones de laboratorio, su vida útil es bastante breve (menos de 7 días), pero que, con una dieta que contenga un 30% de agua y miel, sí lo hace. De igual forma, afirman que existe dimorfismo sexual, siendo las hembras bajas y voluminosas y los machos más largos y con un abdomen que se estrecha al final, terminando en un mechón y escamas en forma de hisopo.

c. Morfología

Para Delgado (2005), los adultos de *Carmanta foraseninis* Eichlin su cuerpo es negro o marrón oscuro. Cabeza con vértice de color marrón a negro, franjas occipitales de color amarillo fuerte en la zona dorsal y blancas en los costados. Las antenas varían en color; son de color marrón rojizo ventralmente y tienen dos tercios basales oscuros y un tercio apical más ancho, de color marrón rojizo. Las mujeres tienen la frente completamente blanca, pero los hombres tienen un color de frente variado que sigue una de estas cuatro modalidades: 1. Completamente blanca; 2. Marrón exacto; 3. Marrón en la zona dorsal y blanco alrededor; 4. Marrón en la zona dorsal y blanco alrededor. Los palpos maxilares en las vistas ventral y lateral son completamente blancos, sin embargo, ocasionalmente puede haber algo de descamación negra en el área lateral. Con dos finas franjas longitudinales amarillas que recorren los márgenes laterales del notum, el tórax es de color marrón oscuro a negro. Hay una hendidura en la región ventral de las tibias, que está bordeada por un mechón de escamas de color amarillo crema o mostaza, y las coxas de las patas delanteras están completamente cubiertas de escamas blancas. Cada segmento del abdomen de color marrón oscuro a negro está delimitado por estrechas franjas dorsales que son de color amarillo pálido o blanco. Escamas blancas o de color amarillo pálido cubren los esternones abdominales.

d. Comportamiento

Los adultos son mayormente inactivos durante el día y por la noche se dispersan, copulan y depositan sus huevos (Cubillos, 2013). En cuanto a la postura de los huevos, Delgado (2005), menciona que *C. foraseminis* oviponen en frutos de un mismo árbol y el desarrollo de las fases juveniles ocurre de manera sincronizada con el proceso de maduración del fruto.

2.1.2. Descripción de *Trichogramma* sp., parasitoide de huevos

a. Origen e importancia

El género *Trichogramma* fue descrito en 1833 por Westwood utilizando como especie tipo a *T. evanescens*. Su población está dispersa por toda América del Norte, desde

Canadá hasta Argentina, las islas del Caribe, Hawái y varias regiones de Asia y Oceanía. También tiene una presencia significativa en algunas naciones europeas y africanas. En Ecuador, este insecto se vende como pupa, que luego se libera en los campos de cultivo, donde los adultos aparecen unos días después y los huevos parasitados se hacen visibles una semana después. (Moreno y Pérez, 2002).

Trichogramma atopovirilia, *T. exiguum* y *T. pretiosum* se crían y comercializan en Colombia. Mientras que *T. exiguum* se encuentra en la región neotropical, desde el oeste de América del Norte y el sur de Quebec hasta Florida, México, América Central y América del Sur (Chile, Uruguay, Colombia y Perú), *Trichogramma atopovirilia* se encuentra en el norte de México, el sur de Salvador, Venezuela, Colombia y Brasil. La especie *T. pretiosum* está ampliamente distribuida, desde el sur de Canadá hasta Argentina (Morales et al., 2007; Ríos y Terán, 2003). Se ha observado que parasita los huevos de varias especies que se encuentran en regiones tropicales de EE. UU., México, América Central y América del Sur, incluido el complejo *Heliothis*, *Trichoplusiani*, *Manduca sexta*, *Diatraea saccharalis*, *Spodoptera frugiperda* y otras especies de menor importancia económica (Moreno y Pérez, 2002).

Estas avispa son importantes porque parasitan los huevos de plagas de insectos que atacan una amplia gama de cultivos muy valiosos. Los órdenes Lepidóptera, Hymenóptera, Díptera, Coleóptera, Neuróptera, Hemíptera y Megalóptera son aquellos en los que se clasifican sus huéspedes. (García-González et al., 2011).

La eficiencia de los programas de manejo biológico de plagas que liberan *Trichogramma* spp. Dependen, entre otras cosas, de nuestra comprensión de los rasgos biológicos y etológicos de la especie objetivo y de cómo interactúa con su huésped. Por esta razón, se deben realizar investigaciones previas antes de implementar una estrategia de manejo que requiera la liberación de estas avispa parasitoides. en circunstancias de campo, laboratorio y experimentales. (Bueno et al., 2010).

b. Morfología

Bertorelli y Rengifo (2008), indican que, es una avispa de color amarillo, que mide alrededor de 0,30 mm de largo, con abdomen negro, ojos rojos y ciertas secciones del tórax. Los machos tienen antenas plumosas, mientras que las hembras tienen antenas lisas en forma de uñas. Las alas anteriores, grandes y redondeadas, exhiben pilos en forma de hileras en su superficie, que representan las venas vestigiales radial, media, cubital y anal. Dependiendo de la especie, la longitud del pelo con flecos varía. El tamaño de este insecto varía según el superparasitismo y el tamaño de los huevos del huésped. Su longitud es de unos 0,6 mm. La esperanza de vida de los adultos está influenciada por la temperatura y la alimentación. La mayoría de las especies tienen una vida media de dos días sin alimento y, dependiendo de la temperatura, de siete a diez días con alimento. En

términos generales, la cópula ocurre inmediatamente después del nacimiento. Poco después de emerger, el macho espera a que la hembra nazca antes de aparearse permaneciendo cerca del orificio de salida del huevo. Se reproducen varias veces. Todo esto es evidencia incuestionable de que era sexualmente maduro desde que nació. En la mayoría de los lugares de Cuba y del mundo, las especies del género *Trichogramma* pertenecen a la entomofauna benéfica. Su prevalencia está estrechamente relacionada con el uso de agrotóxicos, al que presenta una alta vulnerabilidad. Esto da como resultado una alta tasa de mortalidad de parasitoides adultos en el campo, así como efectos específicos en los estados inmaduros contenidos dentro de los huevos.

c. Ciclo de vida

Bertorelli y Rengifo (2008), manifiestan que este parasitoide tiene un ciclo de vida breve que suele finalizar en ocho días. Dentro de las veinticuatro horas posteriores a la parasitación del huevo huésped de *Trichogramma*, aparece una pequeña larva. Puede vivir cinco días antes de convertirse en pupa, que madura hasta convertirse en adulto en aproximadamente dos días.

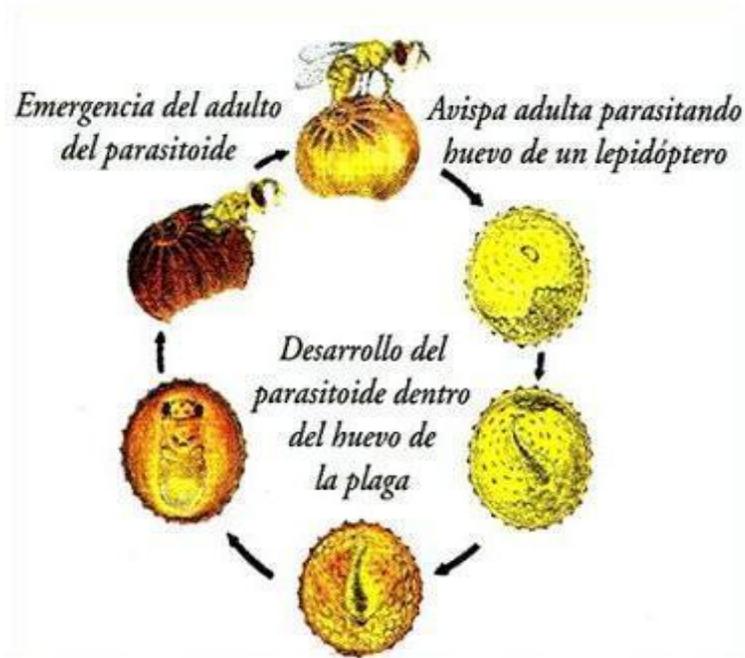


Figura 2. Ciclo de vida de *Trichogramma* sp.

d. Hábitos

Bertorelli y Rengifo (2008), indican que este insecto es diurno y que su gran actividad a lo largo del día se debe a su fototropismo positivo, lo que lo hace extremadamente atraído por la luz. Se mueve caminando, en vuelos cortos o dando saltos, pero no es un gran volador a pesar de tener dos pares de alas completamente formadas. El grado de propagación y dispersión está determinado por su actividad en el campo y la capacidad de la

especie para buscar huevos de plagas. Con la ayuda del viento y en función de la calidad de su liberación en el campo, puede cubrir hasta 25 m² durante su vuelo y dispersarse en distancias mayores (nivel de dispersión alcanzado). Al aire libre, la lluvia tiene un gran impacto en la capacidad de supervivencia de estas avispas.

e. Utilización

Bertorelli y Rengifo (2008), indican que la avispa *Trichogramma* es uno de los numerosos biorreguladores naturales utilizados globalmente en programas de control biológico, ya sea para evitar la transformación de ecosistemas donde se introduce la mano del hombre, o para restaurar aquellos dañados por el uso de venenos en el manejo de plagas. En diferentes huéspedes (*Corcyra cephalonica*, *Ephestia kuhniella* y *Sitotroga cerealella*), existen métodos establecidos para la reproducción masiva. Debido a su amplia gama de huéspedes, puede prosperar en la naturaleza tanto después de ser liberado como una vez que se ha establecido.

f. Modo de acción en el laboratorio

Según Bertorelli y Rengifo (2008), Estas avispas se multiplican dentro de los huevos parasitados y dañados de la polilla del grano (*Sitotroga cerealella*). De esta manera, a partir de estos huevos se producirán adultos de avispa en lugar de larvas de polilla. *Trichogramma*.

g. Liberación

- Las avispas deben ser liberadas tan pronto como nacen.
- Las liberaciones deben realizarse en la mañana o en la tarde, evitando el sol fuerte, la lluvia y los vientos.
- Para favorecer el establecimiento del parásito en el campo y garantizar su persistencia en el cultivo se deben realizar liberaciones sucesivas (una vez cada dos semanas).

Referente a los parasitoides Madrigal (2001) indica que se trata de criaturas que, en su condición juvenil, residen dentro o encima del cuerpo de otro organismo, se alimentan únicamente de ese huésped y eventualmente lo destruyen; en su estado adulto, son libres de sobrevivir. Constituyen la categoría más amplia de controles biológicos de plagas en los bosques y en una amplia gama de hábitats agrícolas. Debido a su especialización, excelente adaptación fisiológica y biológica del huésped, flexibilidad ecológica, capacidad de búsqueda y sincronidad con su huésped, los parasitoides son más efectivos que los depredadores. Son dos órdenes que incluyen la mayoría de especies de parasitoides: Hymenoptera y Díptera.

2.1.3. Clasificación de los parasitoides

Cave (1995), divide los insectos parasitoides en las siguientes cinco categorías:

a. Por su localización en el hospedero:

- Ectoparasitoide. Se alimenta del exterior del cuerpo de su huésped. Por ejemplo, las larvas de *Spodoptera frugiperda* "cogollero" incluyen *Euplectrus platypenae*.
- Endoparasitoide. Dentro del cuerpo del huésped, se alimenta. A modo de ilustración, *Diadegma insulare* parasita las larvas de *Plutella xylostella*, la "polilla espalda de diamante", *Cephalonomia stephanoderis* y otras especies.

b. Por el número de individuos que emergen del hospedero:

- Solitario. En cada huésped (plaga), sólo crece una larva parásita. Como ejemplo, consideremos el icneumonido *Eiphosoma vitticolle* que parasita a *Spodoptera frugiperda*, el gusano cogollero.

- Gregario. En un solo huésped, dos o más larvas parásitas de la misma madre comen o crecen. Además, podría ser de dos tipos:

- Superparasitismo. Sólo un tipo de parasitoides emerge del huésped. Como ejemplo, consideremos a *Cotesia flavipes* que parasita a *Diatraea saccharalis*, la larva del "cañero".

- Multiparasitismo. Múltiples tipos de parasitoides emergen de su huésped.

c. Por la relación trófica:

- Parasitoide primario. Se desarrolla parasitando un solo organismo no parasitoide.

- Hiperparasitoide. Al parasitar a otro parasitoide, éste crece. Puede ser parasitoide, secundario, terciario, etc.

- Hiperparasitoide obligado. Sólo puede crecer como parasitoide de otro parasitoide. Ejemplo: ichneumonidos, afelínidos, etc.

- Hiperparasitoide facultativo. Crece alimentándose de un parasitoide de este huésped o de un huésped no parasitoide (plaga). Ejemplo: *Pachycrepoideus vindemiae*.

- Adelfoparasitismo o hiperparasitismo heterónimo. Los machos dentro de su propia especie son hiperparasitoides. Ejemplo: algunos Aphelinidae, como *Encarsia*, *Coccophagus* y *Coccophagoides*.

d. Por el estado parasitado del hospedero:

- Parasitoide ovífago. Parasita exclusivamente los huevos. Ejemplo: *Trichogramma* spp. y Scelionidae parasitan huevos de lepidópteros.
- Parasitoide ninfal. Parasita a las ninfas. Ejemplo: *Lysiphlebus testaceipes*, parasita ninfas de pulgones.
- Parasitoide larval. Solo parasita exclusivamente a las larvas. Ejemplo: *Iphiaulax rimac*, parasita larvas de “cañero”; muchos Ichneumonidae y Tachinidae, etc.
- Parasitoide huevo-larval. Aunque el parasitoide adulto emerge del estado larvario, parasita los huevos. Ejemplo: Los bracónidos *Chelonus* spp.
- Parasitoide pupal. Parasita solamente a las pupas. Ejemplo: Chalcididae e Ichneumonidae que parasitan pupas de defoliadores.
- Parasitoide larvo-pupal. Aunque parasita larvas, en la etapa de pupa es cuando emerge el parasitoide adulto. Ejemplo: *Doryctobracon areolatus*, parasita moscas *Anastrepha*.
- Parasitoide de adultos. Parasita solamente a los adultos. Ejemplo: Conopidae, Phoridae, muchos bracónidos y algunos Tachínidos.

e. Por la estrategia de desarrollo:

- Idiobionte. Las larvas de parásitos parasitoides se alimentan de un huésped que deja de convertirse en parásito. Por ejemplo, ciertos parasitoides larvales, pupas y parasitoides ovípagos.
- Koinobionte. Después de ser parasitado, se desarrolla un huésped del que se alimentan las larvas parasitoides. Ejemplo: Parasitoides huevo-larvales, parasitoides larvo-pupales y los parasitoides ninfales y larvales.
- Los idiobiontes son generalistas que paralizan a sus huéspedes (polífagos); Sin embargo, los koinobiontes no paralizan a sus huéspedes; en cambio, deben competir con el sistema inmunológico del huésped. Para ello, han desarrollado mecanismos específicos para contrarrestar las conductas protectoras y el sistema inmunológico del huésped; son especialistas (monófagos u oligófagos). Dado que los koinobiontes solo se dirigen a un único huésped y están más en sintonía con el ciclo de vida del insecto plaga, son el agente de control biológico preferido.

2.1.4. Manejo integrado de *Carmenta foraseminis* (Busck) Eichlin

a) Control cultural

En Colombia el control de *C. foraseminis*, Para garantizar la muerte de larvas y adultos y evitar que el cultivo vuelva a infestarse, los frutos afectados deben sellarse en bolsas plásticas por un período de tres meses (Montes, 2010; citado por Figueroa et al., 2013).

b) Control biológico

Para Bertorelli y Rengifo (2008), una clase de himenópteros parasitoides de huevos de insectos, principalmente contra lepidópteros, se conoce como *Trichogramma*. Estos parasitoides se emplean frecuentemente en operaciones de manejo biológico de plagas. Ha sido reconocido desde hace más de 150 años; Westwood lo identificó como género en 1833 y, en este momento, contiene alrededor de 190 especies.

Trichogramma es un insecto no ofensivo porque, cuando está en su forma adulta, se alimenta de néctar de flores y otros líquidos en cantidades suficientemente pequeñas como para no afectar a personas ni animales. También ataca exclusivamente a especies beneficiosas mientras parasita y mata plagas en su estado larvario. o a las plantas, ya que con una minúscula gota se pueden alimentar cientos de ejemplares. La seguridad alimentaria y la seguridad de que muchas plagas pueden controlarse sin el uso de pesticidas son cruciales para el crecimiento humano. Esto promueve la soberanía alimentaria al ayudar en la producción de alimentos económicos. (Bertorelli y Rengifo, 2008).

c) Control químico

Hasta la fecha, la forma más viable de controlar el perforador de la mazorca del cacao ha sido el control químico. El pesticida afecta principalmente a los adultos del insecto, lo que dificulta su capacidad de reproducción y afecta negativamente a su población, minimizando así los daños agrícolas. Cualquier estrategia de manejo de insectos peligrosos tiene como objetivo apoyar el control biológico para mantener los niveles de población por debajo del punto en el que se amenaza el daño económico. En Colombia, los agricultores lograron buenos resultados aplicando de tres a cinco aplicaciones de productos a base de piretroides cada año en vísperas de la cosecha principal. En Indonesia se documentaron buenos resultados en el control de *C. foraseminis* con aspersiones de clorpirifos, piretroides y endosulfán. Debido a sus prolongados períodos de latencia, los químicos tienen un efecto mortal, particularmente en los insectos adultos, alterando la dinámica de su población y minimizando la cantidad de daño causado. Aplicar control químico en vísperas de la cosecha, en frutos mayores de cuatro meses y solo en las ramas inferiores es la única forma de funcionar (Cubillos, 2013).

Gil et al. (2017), muestran que la prevalencia de *C. foraseminis* en el Alto Huallaga es alarmantemente alta, hasta un 65% de infestación. Esto requiere el empleo de tratamientos químicos, cuyo uso a largo plazo haría que el insecto desarrollara altos niveles de resistencia y acabara con sus enemigos naturales. El manejo agronómico de la “mazorca de cacao” se basa en la implementación efectiva de prácticas culturales, como podas para mejorar la iluminación y ventilación de la parcela, cosecha periódica cada 15 días para alterar el ciclo biológico de la plaga, fertilización cuando sea necesario, control de malezas. de manera oportuna para evitar el desarrollo de un microclima favorable, destruyendo los restos de cultivos (cáscaras) infestados por el escarabajo de la mazorca y utilizándolos para hacer abono, y evitando trasladar frutos infestados de una zona a otra.

2.2. Antecedentes relacionados a la investigación

Navarro y Nogales (2006), trabajando para suprimir los insectos perforadores de los frutos del cacao en el Estado Aragua, Venezuela, llegaron a la conclusión de que luego de liberar la avispa parásita que se alimenta de huevos de mariposa (*Trichogramma pretiosum*), realizar labores culturales y destruir los restos de la cosecha, los daños a los frutos se habían reducido. disminuido. En Cumboto y Aponte el daño causado por *C. foraseminis* fue del 100% en 2004; cayó al 21 y el 18 por ciento en 2005, y luego al 4 y el 1 por ciento en 2006.

Castillo *et al.* (2000), examinaron la eficacia de la liberación de *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) en dosis de 126 pulg²/ha de *T. pretiosum* en el control de la puesta de *Stenoma cecropia* Meyrick (Lepidoptera: Stenomidae) en el cultivo de palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.). Los resultados muestran que este control se logra con un promedio de 150-170 larvas de *S. cecropia* por hoja.

Navarro y Cabaña (2006) recomiendan la liberación de avispas *Trichogramma pretiosum* en Venezuela para controlar el insecto, sin embargo, en Colombia no se pudo evaluar los efectos parasitoides de las avispas en los huevos. De manera similar, los estudios realizados en el transcurso de una sola temporada utilizando tratamientos de *Bacillus thuringiensis* y liberaciones de *Trichogramma exigua*, *T. atopovirilia* y *Chrysoperla carnea* no arrojaron resultados favorables.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Tipo y nivel de investigación

3.1.1. Lugar de ejecución

El trabajo de investigación se realizó en la parcela de cacao de propiedad del Sr. Sergio Rodas, ubicada en el caserío de Venenillo, distrito de Crespo Castillo, provincia de Leoncio Prado, Región Huánuco; entre los meses de noviembre 2017 a mayo de 2018, cuya georreferenciación se encuentra en las siguientes coordenadas UTM: Latitud Sur 0390560 m, Longitud norte 8970048 m, N y Altitud: 595 msnm



Figura 3. Mapa de ubicación de las parcelas experimentales de cacao.

3.1.2. Tipo de Investigación

Aplicada, porque permitió aplicar los principios y teorías científicas de la entomología para conocer el comportamiento del parasitoide del “mazorquero del cacao” (*Carmenta foraseminis*), y contribuir a solucionar el problema de los cacaoteros referente al ataque de este fitófago y, de esta manera incrementar la producción del cacao en el caserío de Venenillo, provincia de Leoncio Prado, Tingo María.

3.1.3. Nivel de investigación

Experimental, porque se manipuló la variable independiente parasitoides (*Trichogramma pretiosum*, *T. pintoi* y *T. galloi*), se midió la variable dependiente daños

ocasionados por *C. foraseminis*, mediante el porcentaje de incidencia el que se comparó con el testigo.

3.1.4. Zona de vida

El sitio de estudio se ubica en la zona de vida Bosque Muy Húmedo Tropical Premontano (Bmh-PT) en el mapa ecológico más reciente del Perú elaborado por la Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales. Según las regiones naturales del Perú se ubican en Rupa Rupa o Selva Alta. (ONER, 1984).

3.1.5. Observaciones meteorológicas

El promedio mensual de precipitaciones en Tingo María es de 3.608 mm en febrero, observándose la mayor precipitación entre septiembre y abril. La precipitación media anual es de 3.328 mm. En años anteriores se ha anotado la siguiente información meteorológica relevante para la investigación realizada:

- Temperatura máxima : 30.70 °C
- Temperatura mínima : 18.90 °C
- Temperatura promedio : 24.90 °C
- Humedad relativa promedio : 86 %
- Velocidad del viento máxima : 22.2 m/s

3.2. Población, muestra y unidad de análisis

3.2.1. Población

Plantaciones de cacao en un área de 8,75 hectáreas, cada bloque fue de 1,75 ha. Mazorcas de cacao: donde se evaluó el porcentaje de incidencia y el daño ocasionado por *Carmenta foraseminis*.

3.2.2. Muestra

Fue conformado por 100 frutos de cacao cosechados de plantas de cada unidad experimental, haciendo un total de 1200 frutos evaluados y registradas.

3.2.3. Tipo de muestreo

a. Probabilístico

Probabilístico en la forma de Muestreo Aleatorio Simple (MAS) porque cualquiera de las plantas de la población fue tomada como parte de la muestra.

b. Unidad de análisis

La unidad de análisis estuvo constituida por la cantidad de mazorcas de cacao cosechadas por cada tratamiento.

3.2.4. Descripción del campo experimental

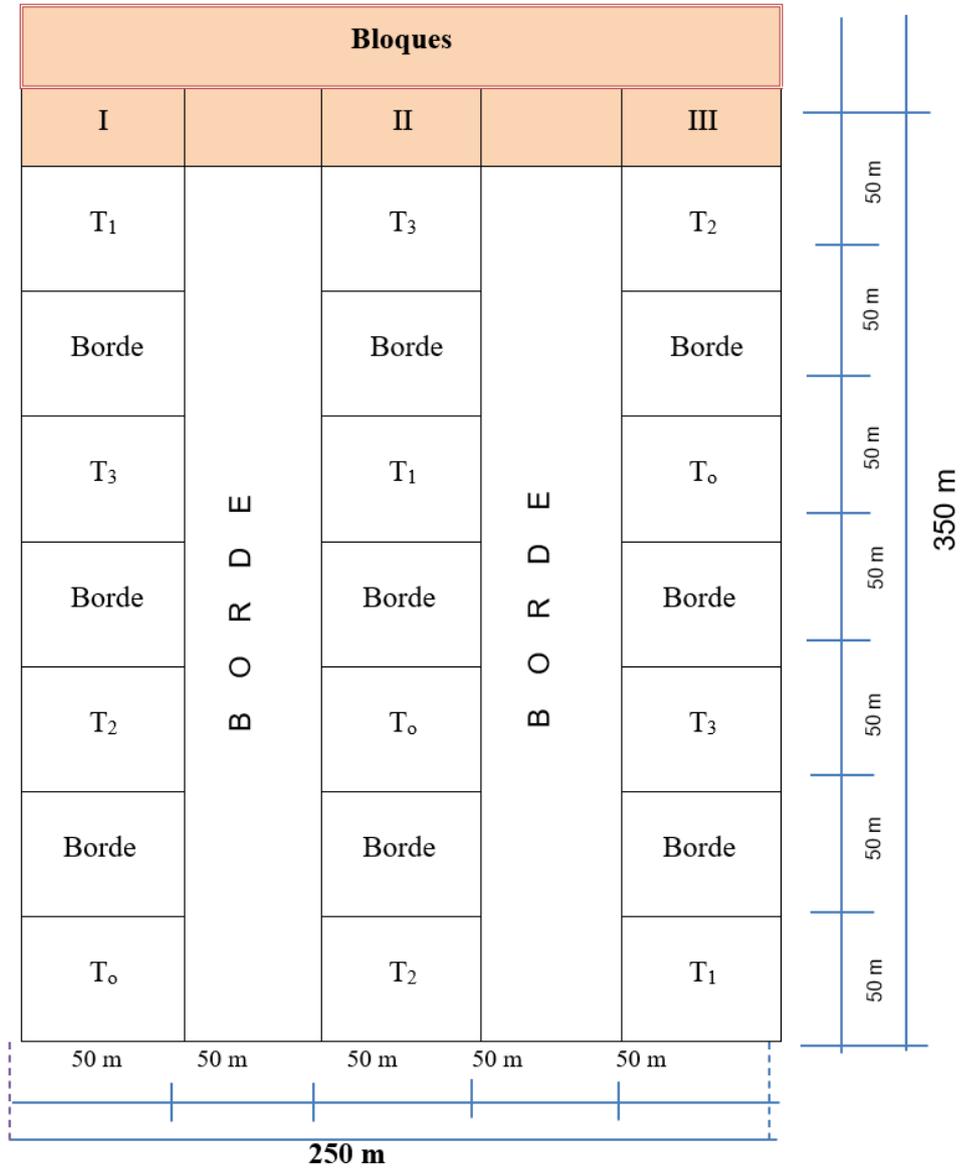


Figura 4. Croquis del campo experimental

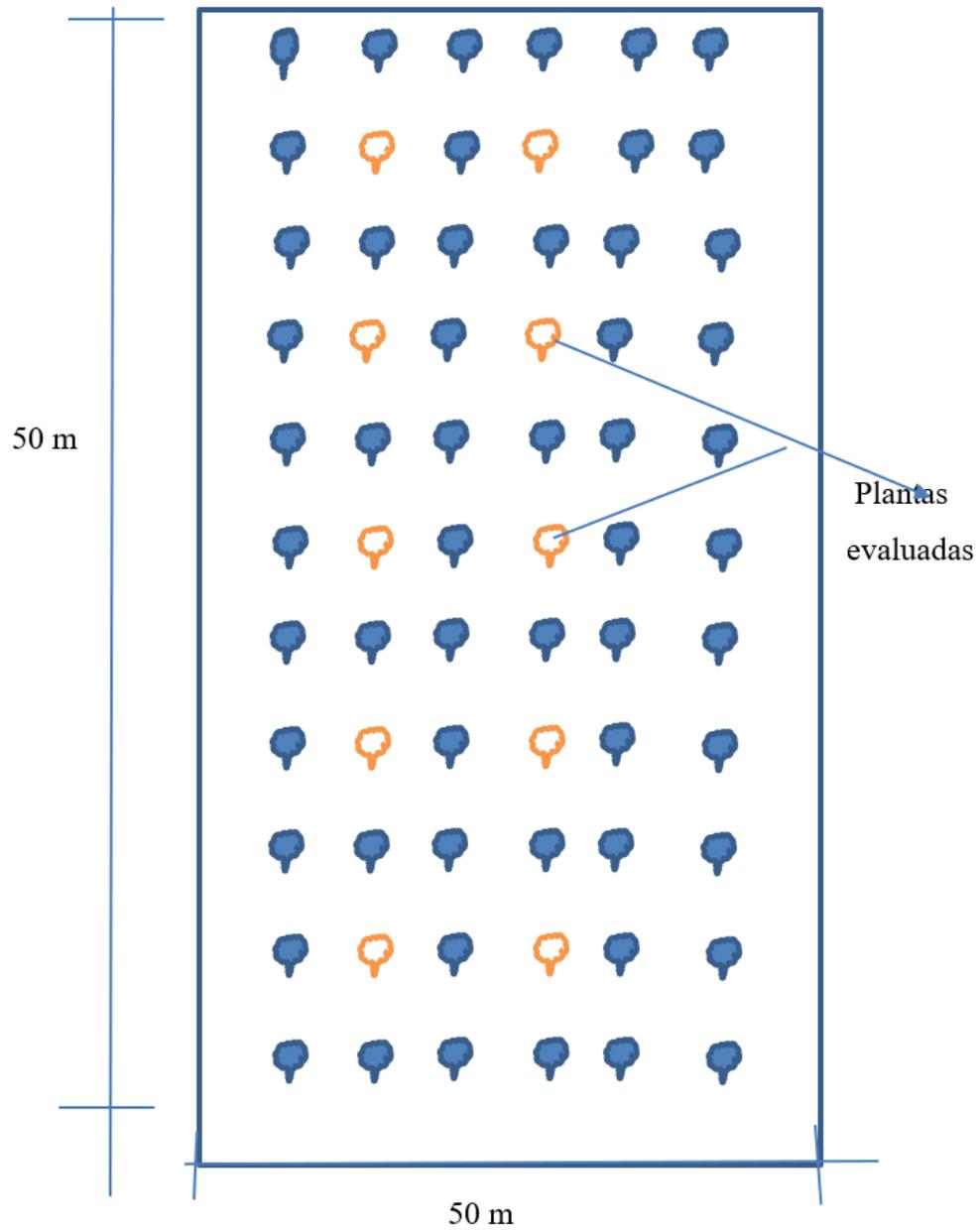


Figura 5. Croquis de la unidad experimental.

3.2.5. Características del campo experimental

A. Áreas

- Área total del experimento : 87 500 m²
- Área total del bloque : 17 500 m²
- Área total de la unidad experimental : 2500 m²
- Área total de la parcela neta : 135 m²
- Área total de borde : 57 500 m²

B. Bloques

- Número total de bloques : 3
- Longitud del bloque : 350 m
- Ancho del bloque : 50 m

C. Unidad experimental

- Longitud de la unidad experimental : 50 m
- Ancho de la unidad experimental : 50 m
- Número total de unidades experimentales : 12
- Longitud de la parcela neta : 15 m
- Ancho de la parcela neta : 9 m
- Número de plantas por unidad experimental : 10

D. Bordes

- Largo de borde : 50 m
- Ancho de borde : 50 m

3.3. Tratamiento en estudio

Los tratamientos fueron constituidos por los parasitoides de 100 pulgadas por hectárea; para este caso un ¼ de hectárea de cacao que fue la unidad experimental, en ella se consideraron 10 plantas seleccionadas en las cuales se liberaron los parasitoides de 2,5 pulg²/planta, realizándose los siguientes tratamientos con tres repeticiones:

- T₁ = *Trichogramma pretiosum*, 2,5 pulg²/planta
- T₂ = *Trichogramma pintoi*, 2,5 pulg²/planta
- T₃ = *Trichogramma galloi*, 2,5 pulg²/planta
- T₀ = Testigo

Las evaluaciones se realizaron cada 15 días, por un periodo de 6 meses.

3.4. Diseño de investigación

Se utilizó el Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), constituido por 3 repeticiones, con 4 tratamientos, conformados por 12 unidades experimentales.

3.4.1. Esquema del análisis estadístico

El esquema del análisis de varianza se muestra en la Tabla 1:

Tabla 1. Esquema del análisis de varianza.

Fuentes de variación	Grados de libertad
Bloques o repeticiones ($r - 1$)	2
Tratamientos ($t - 1$)	3
Error experimental ($(r - 1)(t - 1)$)	5
Total ($rt - 1$)	11

3.4.2. Modelo estadístico

El modelo aditivo lineal es el siguiente:

$$Y_{ij} = U + T_i + B_j$$

Donde:

Y_{ij} = Observación o variable de respuesta

U = Media general

T_i = Efecto del i -ésimo tratamiento

B_j = Efecto del j -ésimo bloque

E_{ij} = Error experimental

3.4.3. Datos a registrar

- a. Fecha de evaluación de registro
- b. Número de frutos maduros sanos
- c. Número de frutos maduros perforados por *C. foraseminis*
- d. Número de larvas por fruto

3.5. Técnicas e instrumentos de recolección y procesamiento de datos

3.5.1. Técnicas bibliográficas

a. Fichaje

Para compilar la literatura consultada y la literatura citada, se completó reuniendo los componentes bibliográficos de los documentos leídos de acuerdo con el modelo de escritura IICA-CATIE.

b. Análisis de contenido

Implicó analizar el contenido de los libros y artículos estudiados para construir el sustento teórico de acuerdo con el modelo de redacción del IICA-CATIE, así como realizar un estudio y análisis imparcial y metódico de los documentos bibliográficos.

3.5.2. Técnicas de campo

a. La observación

Permitió visualizar y recopilar directamente datos sobre las acciones realizadas a lo largo de la ejecución del experimento con referencia a los frutos que la plaga había dañado, *Carmenta foraseminis*.

3.5.3. Instrumentos de recolección de información

a. Fichas de investigación

Las que se utilizaron para registrar la información, producto de análisis de libros, revistas e internet en estudio.

b. Fichas de localización

- **Hemerográficas**

Se utilizaron para anotar información de internet, revistas, etc. existentes sobre los parasitoides Trichogrammatidae, *Carmenta foraseminis* y el cultivo de cacao.

- **Bibliográficas**

Se utilizaron para recopilar información de libros, tesis, etc. Para la redacción de la literatura citada se consideró las normas del IICA – CATIE.

c. Fichas de investigación

- **Textuales**

Se utilizaron para anotar la información directa del autor de los textos bibliográficos.

- **Resumen**

La base teórica se elaboró resumiendo el material bibliográfico y redactándolo cumpliendo con la norma IICA-CATIE.

d. Instrumentos de campo

- **Libreto de campo**

Se utilizó para registrar los datos de campo.

e. Materiales y equipos

- **Materiales de campo**

- Cámara de recuperación de parasitoides
- Tijera de podar
- Libreta de campo
- Formatos de evaluación
- Mochila
- Botas
- Poncho de agua
- **Material biológico, para distribución en parcelas**
 - *Trichogramma pretiosum*
 - *Trichogramma pintoii*
 - *Trichogramma galloi*
 - Identificadores de plantas (carteles)
- **Equipos**
 - Microscopio portátil 60x Ultra
 - Cámara fotográfica
 - Laptop
 - GPS

3.6. Conducción de la investigación

3.6.1. Reconocimiento de la parcela experimental

Las parcelas experimentales fueron plantaciones establecidas de cacao del clon CCN-51, de 10 años de edad en promedio, con densidad de 1 111 plantas por hectárea, propiedad del señor Sergio Rodas en la localidad de Venenillo. Aquí se procedió a la identificación de las plantas de cacao materia del presente estudio.

3.6.2. Demarcación de la parcela experimental

Cada parcela experimental fue constituida por 17 500 m² (50 m x 350 m) que fue considerado como un bloque, dentro de cada una de ellas están consideradas las unidades experimentales y los bordes de bloqueo. Esta actividad se realizó en el momento de la instalación y ejecución del presente trabajo de investigación.

3.6.3. Selección de las plantas

La unidad experimental tuvo un área de ¼ de hectárea, en ella se seleccionó 10 plantas, las mismas que fueron identificadas y marcadas para las respectivas liberaciones de los controladores biológicos.

3.6.4. Evaluación del nivel de infestación por *C. foraseminis*

Para determinar la línea base del nivel de infestación causado por *C. foraseminis*, se realizó el conteo de frutos sanos y frutos infestados, tomando para ello, la cantidad posible de frutos maduros por cada unidad experimental, para luego proceder al cálculo porcentual de incidencia de daños causados por este lepidóptero, dicha actividad se realizó un mes antes de la liberación de los controladores biológicos. Seguidamente, se realizaron las evaluaciones cada 15 días por un período de 6 meses.

3.6.5. Obtención de los parasitoides

Se realizaron coordinaciones previas con el Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA – Lima), específicamente con el Centro de Control Biológico, área de *Trichogramma*, para la compra, adquisición y envío hacia la ciudad de Tingo María y posteriormente los parasitoides se trasladaron hacia la parcela de cacao ubicada en Venenillo, donde se procedió a la liberación correspondiente.

3.6.6. Liberación de los parasitoides

La liberación de las tres especies de parasitoides se realizó en las fechas programadas, con frecuencia de 15 días, en horas de la mañana y/o tarde, se colocó 2,5 pulg.² de *Trichogramma* por cada planta de cacao seleccionada. Se liberó 100 pulg.² de avispietas por cada hectárea de cultivo y 25 pulg.² en un ¼ de hectárea, que constituyó cada unidad experimental

3.6.7. Evaluación del rendimiento del cacao

Se cosecharon los frutos maduros de cada parcela neta, se registraron y se realizó el cálculo del rendimiento de cacao seco por hectárea, para ello se utilizó el índice de mazorca, que para el clon CCN-51 es igual a 17.

3.6.8. Interpretación de resultados

a. Evaluación de la infestación de *C. foraseminis*

En cada unidad experimental se cosecharon todos los frutos maduros y se contó el número total de frutos sanos y de frutos perforados por *C. foraseminis*.

El porcentaje de infestación de *C. foraseminis* se calculó utilizando la siguiente formula:

$$\% \text{ incidencia} = \frac{\text{Número de frutos perforados}}{\text{Número total de frutos evaluados}} \times 100$$

b. Evaluación del rendimiento del cacao por parcela neta

Para el cálculo del rendimiento por la parcela neta se tuvo en cuenta sólo los frutos maduros sanos cosechados durante todo el proceso de la investigación.

Para el cálculo del rendimiento de cacao se empleó la siguiente fórmula:

$$\text{Rendimiento} \left(\frac{\text{kg}}{\text{parcela neta}} \right) = \frac{\text{Número de frutos maduros cosechados}}{\text{Índice de mazorca}}$$

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Porcentaje de infestación antes de la liberación de los parasitoides Trichogrammatidae

El ANVA para el porcentaje de infestación antes de la liberación de los parasitoides (Tabla 2), muestra que no existen diferencias estadísticas significativas entre las respuestas de las parcelas de un mismo tratamiento, es decir que estadísticamente tienen el mismo porcentaje de infestación, mientras que para bloques existen diferencias estadísticas significativas. Asimismo, los datos producidos se consideran muy excelentes y aceptables, con un coeficiente de variabilidad del 8,21% que se encuentra dentro de los límites encontrados en investigaciones a nivel de campo.

Tabla 2. Análisis de varianza para el porcentaje de infestación de *Carmenta foraseminis* en frutos de cacao antes la liberación de los parasitoides Trichogrammatidae, bajo condiciones de Tingo María.

Fuente de variación	GL	SC	CME	Fc	Ft		Sig.
					0,05	0,01	
Bloques	2	186,50	93,25	14,41	5,14	10,92	AS
Tratamientos	3	52,67	17,56	2,710	4,75	09,78	NS
Error experimental	6	38,83	6,47				
Total	11	278,00					
Sx = ± 5,027		CV = 8,21 %					

S: Significación altamente estadística al 5 % de probabilidad.

AS: Significación altamente estadística al 1 % de probabilidad

NS: No existe significancia estadística

De la prueba de significación de Tukey (Tabla 3 y Figura 6) a un nivel de significación del 0,05, se puede deducir que no existió diferencias estadísticas entre los tratamientos; no obstante, el tratamiento T3 (*T. galloi*) fue aritméticamente superior con una infestación de 33,33 %, seguido de los tratamientos T2 (*T. pintoi*), T1 (*T. pretiosum*) y T0 (Testigo), que alcanzaron valores de 27,67; 31,00 y 32,00 % respectivamente. Al respecto Mesones (2018), realizó una investigación de tipo exploratorio bajo condiciones de Tingo María donde encontró una incidencia en frutos que fluctuó de 46,52 a 63,41 %, probablemente estos resultados estuvieron afectados por las diferentes formas de manejo, ausencia de enemigos naturales y clima entre otros factores ambientales que experimentaron cada parcela de cacao, por lo que no coincide con nuestros resultados que alcanzaron en promedio 31 % de infestación, tal como lo menciona Muñoz et al. (2017), quien encontró que la infestación de *Carmenta foraseminis*, disminuía conforme aumentaba la temperatura, en nuestra investigación es posible

que las condiciones agroecológicas del fundo donde se realizó el experimento hayan tenido temperaturas aproximadamente constantes puesto que una temperatura media de 26 °C y máxima de 30 °C, son favorables para la proliferación de este fitófago. Carabalí-Muñoz (2016), también señala que estudios de monitoreo de la distribución de daños en frutos y poblaciones adultas de *C. foraseminis* han demostrado que estas dos variables están asociadas con sitios que presentan mayor sombra. Afirman que la precipitación tiene impacto en la fluctuación de las poblaciones adultas del barrenador y que esta relación está relacionada con los estados fenológicos de fructificación. Sin embargo, se debe hacer un estudio más exhaustivo sobre el efecto de las variables microclimáticas, ya que este insecto ha sido registrado inicialmente en regiones con precipitaciones moderadas a altas para el cultivo de cacao, tal como sucede en Tingo María, Huánuco.

Tabla 3. Prueba de significación de Tukey ($\alpha=0,05$ y $\alpha=0,01$) para el porcentaje de infestación a nivel de frutos antes de la liberación de los parasitoides Trichogrammatidae.

OM	Tratamientos	Promedio	Sig.
		%	
1°	T ₂ (<i>T. pintoi</i>)	27,67	a
2°	T ₁ (<i>T. pretiosum</i>)	31,00	a
3°	T ₀ (Testigo)	32,00	a
4°	T ₃ (<i>T. galloi</i>)	33,33	a

Entre tratamientos unidos por la misma letra no existe significación estadística.

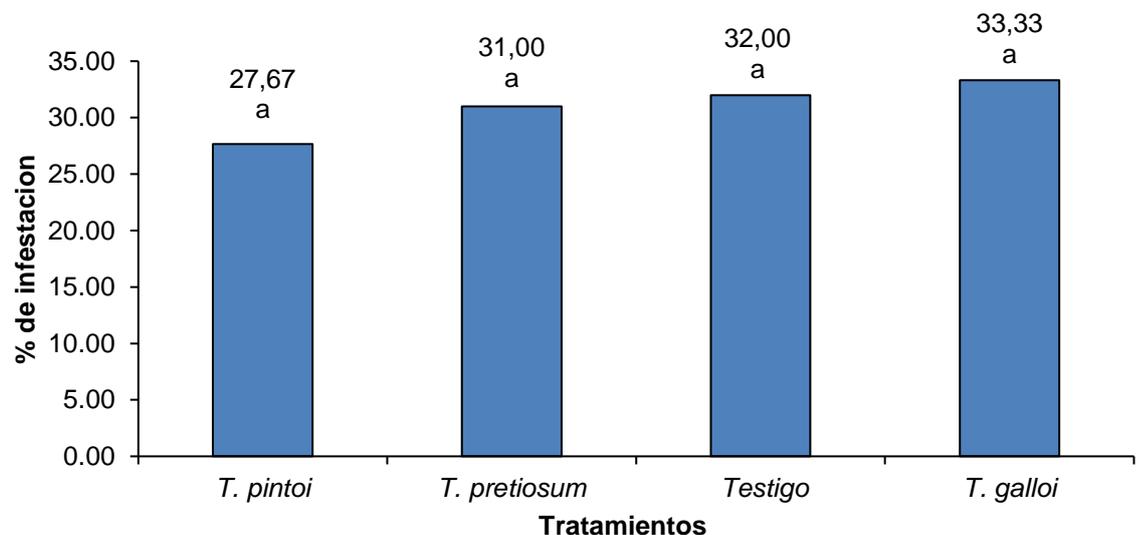


Figura 6. Porcentaje de infestación de *Carmenta foraseminis* antes de la liberación de los parasitoides Trichogrammatidae.

En otros reportes Alcántara (2013), encontró que los frutos dañados por el “mazorquero del cacao” en plantaciones de cacao en el fundo “AL-JE”, Satipo fue de 11,50 % por cosecha y la pérdida económica de 1 265,00 soles. En general las incidencias iniciales son un buen indicador de la homogeneidad de datos con la que se empieza a operar la investigación y nos permite visualizar con más precisión el efecto de cada tratamiento en las posteriores evaluaciones.

4.2. Eficiencia de tres parasitoides Trichogrammatidae en el control del “mazorquero del cacao” (*Carmenta foraseminis*)

El ANVA para el porcentaje de infestación después de la liberación de los parasitoides (Tabla 4), muestra que desde la primera evaluación hasta la quinta evaluación no se encontró significancia estadística para el efecto de los parasitoides, mientras que en la sexta evaluación existió significancia estadística. Para el efecto de bloque se encontró que el estadístico F va desde significativa hasta no significativa. Así mismo, los coeficientes de variabilidad (CV) fluctúan de 9,82 a 13,86 %, es decir que la dispersión de los resultados tiene muy buena homogeneidad.

En la Tabla 5 se puede observar que en la primera evaluación no se encontró diferencias significativas para los controladores biológicos con respecto al testigo, siendo el T₃ (*T. galloi*) y T₁ (*T. pretiosum*) quienes alcanzaron el mayor porcentaje de infestación con valores de 31,33 y 32,00 % respectivamente. A partir de la segunda evaluación, la mayoría de los tratamientos mostraron eficiencia en la reducción de infestación de *C. foraseminis* pese a no haber diferencias significativas entre los tratamientos para el comparador de Tukey (alfa= 0,05); por ejemplo en la segunda evaluación después de la liberación de los parasitoides, se observa que los tratamientos T₁ (*T. pretiosum*), T₂ (*T. pintoii*) y T₃ (*T. galloi*) resultan con menores porcentajes de infestación al presentar 25,33, 26,33 y 26,67 % respectivamente, indicando que la liberación de las avispa hacen efecto de manera temporal, debido a que logran incrementar su población para así parasitar una mayor cantidad de huevos, el huevo huésped de *Trichogramma* comienza a desarrollar completamente su etapa larvaria 24 horas después de ser parasitado; esta etapa puede durar de 4 a 5 días. Después de otros 2 días, la pupa se transforma en adulto. (Caiche, 2014). Por su parte, el testigo resultó con mayor infestación al presentar 28,33 %, esto debido a que no se aplicó ningún tipo de control; el testigo en este caso representa el porcentaje de infestación potencial que puede alcanzar una parcela bajo ninguna intervención humana.

Tabla 4. Análisis de varianza para el porcentaje de infestación de *Carmenta foraseminis* después la liberación de los parasitoides Trichogrammatidae.

Fuente de variación	1 ^{ra} evaluación				2 ^{da} evaluación				3 ^{ra} da evaluación			
	GL	SC	CME	Sig.	GL	SC	CME	Sig.	GL	SC	CME	Sig.
Bloques	2	161,17	80,58	NS	210,17	105,08	S		63,50	31,75	NS	
Tratamientos	3	7,58	2,53	NS	14,00	4,67	NS		64,92	21,64	NS	
Error experimental	6	110,17	18,36		60,50	10,08			39,83	6,64		
Total	11	278,92			284,67				168,25			
CV (%)		13,86			11,91				9,82			
Fuente de variación	4 ^{ta} da evaluación				5 ^{ta} evaluación				6 ^{ta} da evaluación			
	GL	SC	CME	Sig.	GL	SC	CME	Sig.	GL	SC	CME	Sig.
Bloques	2	44,67	22,33	NS	91,50	45,75	S		16,17	8,08	NS	
Tratamientos	3	102,67	34,22	NS	50,25	16,75	NS		274,92	91,64	AS	
Error experimental	6	43,33	7,22		30,50	5,08			25,83	4,31		
Total	11	190,67			172,25				316,92			
CV (%)		12,40			11,13				10,69			

S: Significación altamente estadística al 5 % de probabilidad.

AS: Significación altamente estadística al 1 % de probabilidad

NS: No existe significancia estadística

A la tercera, cuarta y quinta evaluación la eficacia de los parasitoides se incrementa tanto así que el testigo casi siempre presenta mayor porcentaje de incidencia del mazorquero, este incremento de la eficiencia de control en parte estaría correlacionado con la disponibilidad de alimento como néctar, polen y secreciones que brotan de los huevecillos al momento ser parasitados y, al ciclo de vida corto de *Trichogramma* sp, que es de aproximadamente de una semana, los cuales permiten que las poblaciones de este insecto benéfico se incrementen de manera rápida (Caiche, 2014). Sin embargo, hasta estas fechas evaluadas el incremento de las mismas no es suficiente como para generar diferencias estadísticas en el porcentaje de incidencia ante el comparador de Tukey (alfa = 0,05). A la sexta evaluación se encontró diferencias significativas entre los promedios de incidencia para el comparador de Tukey (alfa = 0,05), donde los tratamientos T₃ (*T. galloi*) y T₁ (*T. pretiosum*), fueron superiores a los demás tratamientos con un valor de 14,33 y 16,00 % respectivamente, sin diferenciarse estadísticamente entre ellos, mientras que el testigo obtuvo un 26,67 % de infestación sin diferenciarse del T₂ (*T. pintoi*) que obtuvo 20,67 %.

Tabla 5. Análisis de varianza para el porcentaje de infestación de *Carmenta foraseminis*, después de la liberación de los parasitoides Trichogrammatidae.

1^{ra} evaluación				2^{da} evaluación			3^{ra} evaluación		
OM	Parasitoides	%	Sig.	Parasitoides	%	Sig.	Parasitoides	%	Sig.
1°	T ₂ (<i>T. pintoi</i>)	30,00	a	T ₁ (<i>T. pretiosum</i>)	25,33	a	T ₂ (<i>T. pintoi</i>)	24,00	a
2°	T ₀ (Testigo)	30,33	a	T ₂ (<i>T. pintoi</i>)	26,33	a	T ₃ (<i>T. galloi</i>)	24,67	a
3°	T ₃ (<i>T. galloi</i>)	31,33	a	T ₃ (<i>T. galloi</i>)	26,67	a	T ₁ (<i>T. pretiosum</i>)	26,33	a
4°	T ₁ (<i>T. pretiosum</i>)	32,00	a	T ₀ (Testigo)	28,33	a	T ₀ (Testigo)	30,00	a
4^{ta} evaluación				5^{ta} da evaluación			6^{ta} evaluación		
OM	Parasitoides	%	Sig.	Parasitoides	%	Sig.	Parasitoides	%	Sig.
1°	T ₃ (<i>T. galloi</i>)	18,67	a	T ₁ (<i>T. pretiosum</i>)	17,33	a	T ₃ (<i>T. galloi</i>)	14,33	a
2°	T ₁ (<i>T. pretiosum</i>)	19,33	a	T ₃ (<i>T. galloi</i>)	19,33	a	T ₁ (<i>T. pretiosum</i>)	16,00	a
3°	T ₂ (<i>T. pintoi</i>)	22,67	a	T ₀ (Testigo)	22,00	a	T ₂ (<i>T. pintoi</i>)	20,67	a b
4°	T ₀ (Testigo)	26,00	a	T ₂ (<i>T. pintoi</i>)	22,33	a	T ₀ (Testigo)	26,67	b

Entre tratamientos unidos por la misma letra no existe significación estadística.

Hasta este punto los parasitoides demuestran de alguna manera que ejercen un control estadísticamente diferencial con respecto al testigo, el cual es corroborado por Pinto (1998), explica que los parásitos de las plagas, también conocidos como parasitoides, son insectos que viven de otro insecto (hospedador), consumiéndolo gradualmente hasta que muere. Cabe mencionar que un beneficio del control biológico es que es mucho más efectivo que los controles químicos, apoyando el desarrollo de una agricultura más sostenible porque no causa desequilibrios en ningún ecosistema agrícola y no hace que las plagas se vuelvan resistentes a sus enemigos naturales. y pocos efectos negativos sobre el medio ambiente, por lo que utilizar métodos más respetuosos con el medio ambiente es cada día más importante. (Gurr et al. 2004).

A la fecha, para el control de *Carmenta foraseminis* se han registrado algunos enemigos naturales como *Trichogramma* sp. (Trichogrammatidae); *Telenomus* sp. (Platygastridae); *Brachymeria* sp. (Chalcididae); *Polistes* sp. (Vespidae), y el hongo entomopatógeno *Paecilomyces* sp. (Trichocomaceae) (Muñoz et al., 2017; Piundo, 2019).

En la Figura 7, se corrobora gráficamente los resultados de estas seis primeras evaluaciones donde la tendencia es disminuir el porcentaje de incidencia de *Carmenta foraseminis*., asimismo los parasitoides ejercen mayor control, mientras que el testigo ocupó en reiteradas veces el mayor porcentaje de daño.

El ANVA para el porcentaje de infestación después de la liberación de los parasitoides (Tabla 6), muestra que desde la séptima evaluación hasta la décima evaluación se encontró significancia estadística para el efecto de los parasitoides, es decir que al menos un parasitoide de *Trichogrammatidae* superó al testigo. Para el efecto de bloque se encontró que el estadístico F fue no significativo desde la séptima hasta novena evaluación, mientras que a la décima se encontró significancia estadística. Así mismo, los coeficientes de variabilidad (CV) fluctúan de 12,9 a 13,62 %, es decir que la dispersión de los resultados tiene muy buena homogeneidad.

A este punto los resultados de este experimento, nos demuestra que la menor infestación de *C. foraseminis* fueron obtenidos por los parasitoides de Trichogrammatidae sin diferenciarse estadísticamente entre ellos, pero si con el testigo (Tukey, alfa = 0,05) que ocupó el más alto valor para cada evaluación, esto una vez más muestra que el efecto del control biológico es lento, tal como menciona Lenfant et al. (2000); Castañé et al. (2006), señala que el lento establecimiento de parasitoides en los cultivos (que, según la especie, puede llevar semanas) es una de las desventajas de utilizarlos en el control biológico. También se necesita tiempo para que crezcan grandes niveles de población para eliminar la plaga.

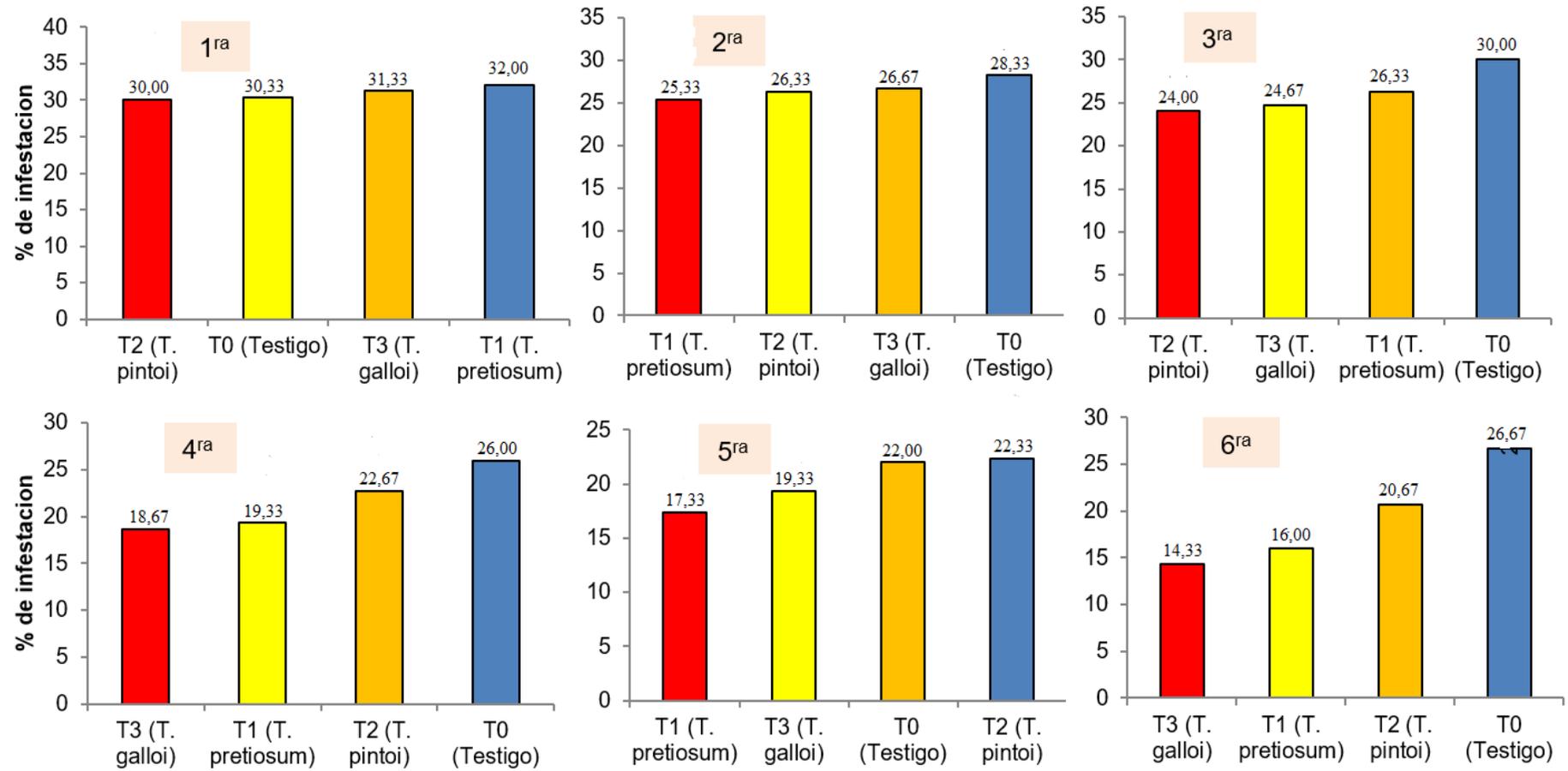


Figura 7. Porcentaje de infestación de *Carmenta foraseminis* después de la liberación de los tres parasitoides (*T. pintoi*, *T. pretiosum* y *T. galloi*).

Tabla 6. Análisis de varianza para el porcentaje de infestación después de la liberación de los parasitoides Trichogrammatidae (desde la séptima hasta la décima evaluación).

Fuente de variación	7 ^{ma} evaluación				8 ^{va} evaluación			
	GL	SC	CME	Sig.	GL	SC	CME	Sig.
Bloques	2	34,67	17,33	NS		24,00	12,00	NS
Tratamientos	3	266,67	88,89	AS		299,67	99,89	AS
Error experimental	6	37,33	6,22			29,33	4,89	
Total	11	338,67				35300		
CV (%)		12,90				13,40		
Fuente de variación	9 ^{na} evaluación				10 ^{ma} evaluación			
	GL	SC	CME	Sig.	GL	SC	CME	Sig.
Bloques	2	12,67	6,33	NS		28,50	14,25	S
Tratamientos	3	502,67	167,56	AS		508,92	169,64	AS
Error experimental	6	27,33	4,56			14,83	2,47	
Total	11	542,67				552,25		
CV (%)		13,62				13,38		

S: Significación altamente estadística al 5 % de probabilidad.

AS: Significación altamente estadística al 1 % de probabilidad

NS: No existe significancia estadística

Asimismo de la Tabla 7, se puede inferir que temporalmente existe una reducción bastante aceptable del nivel de daño por *Carmenta foraseminis*, pudiéndose observar que los tratamientos T₁ (*T. pretiosum*), T₃ (*T. galloi*) y T₂ (*T. pintoii*) obtuvieron una reducción de la incidencia de 10,67 a 7,33 %, 14,00 a 8,67 y 11,33 a 8,00 % respectivamente, desde la octava hasta la décima evaluación, mientras que el testigo disminuyó su infestación en 4,33 %, estos resultados indican que existe efecto de otros factores, como la poca cantidad de frutos en campo que hacen que las plagas tengan menor reproducción o menos sustrato para poner sus huevos y en efecto ocurre una disminución de la infestación puesto que la investigación se realizó en época de campaña chica.

Estudios realizados en el municipio de San Jerónimo (Antioquia, Colombia) revelaron que, independiente del genotipo, la mayor presencia de adultos se encontró en las etapas fenológicas de fructificación de las plantas de cacao; no obstante a pesar de que existe una disminución de la infestación en la décima evaluación se observa diferencias significativas bien marcadas entre los tratamientos donde el testigo alcanzó el máximo valor con 23 % de infestación diferenciándose de los tratamientos T₁ (*T. pretiosum*), T₃ (*T. galloi*) y T₂ (*T. pintoii*) que alcanzaron valores de 7,33; 8,00 y 8,67 % respectivamente. De lo anterior también se puede mencionar que la eficacia del control biológico y en el especial del método por inoculación, depende de la capacidad del enemigo natural liberado para multiplicarse y reducir la población de la plaga. Por ello, se recomienda que la liberación puede ir acompañada de la adición de alimentos suplementarios que mejoren y favorezcan la instalación de los agentes de control (Eilenberg et al., 2001).

Tabla 7. Prueba de Tukey ($\alpha=0,05$) para el porcentaje de infestación de *Carmenta foraseminis* por efecto de tres parasitoides Trichogrammatidae (desde la séptima hasta decima evaluación).

7 ^{va} evaluación				8 ^{na} evaluación		
Om	Parasitoides	%	Sig.	Parasitoides	%	Sig.
1°	T ₃ (<i>T. galloi</i>)	15,33	a	T ₃ (<i>T. galloi</i>)	11,33	a
2°	T ₂ (<i>T. pintoii</i>)	16,67	a	T ₁ (<i>T. pretiosum</i>)	14,00	a
3°	T ₁ (<i>T. pretiosum</i>)	18,00	a	T ₂ (<i>T. pintoii</i>)	16,00	a
4°	T ₀ (Testigo)	27,33	b	T ₀ (Testigo)	24,67	b
9 ^{na} evaluación				10 ^{ma} evaluación		
Om	Parasitoides	%	Sig.	Parasitoides	%	Sig.
1°	T ₁ (<i>T. pretiosum</i>)	10,67	a	T ₁ (<i>T. pretiosum</i>)	7,33	a
2°	T ₃ (<i>T. galloi</i>)	11,33	a	T ₃ (<i>T. galloi</i>)	8,00	a
3°	T ₂ (<i>T. pintoii</i>)	14,00	a	T ₂ (<i>T. pintoii</i>)	8,67	a
4°	T ₀ (Testigo)	26,67	b	T ₀ (Testigo)	23,00	b

Entre tratamientos unidos por la misma letra no existe significación estadística.

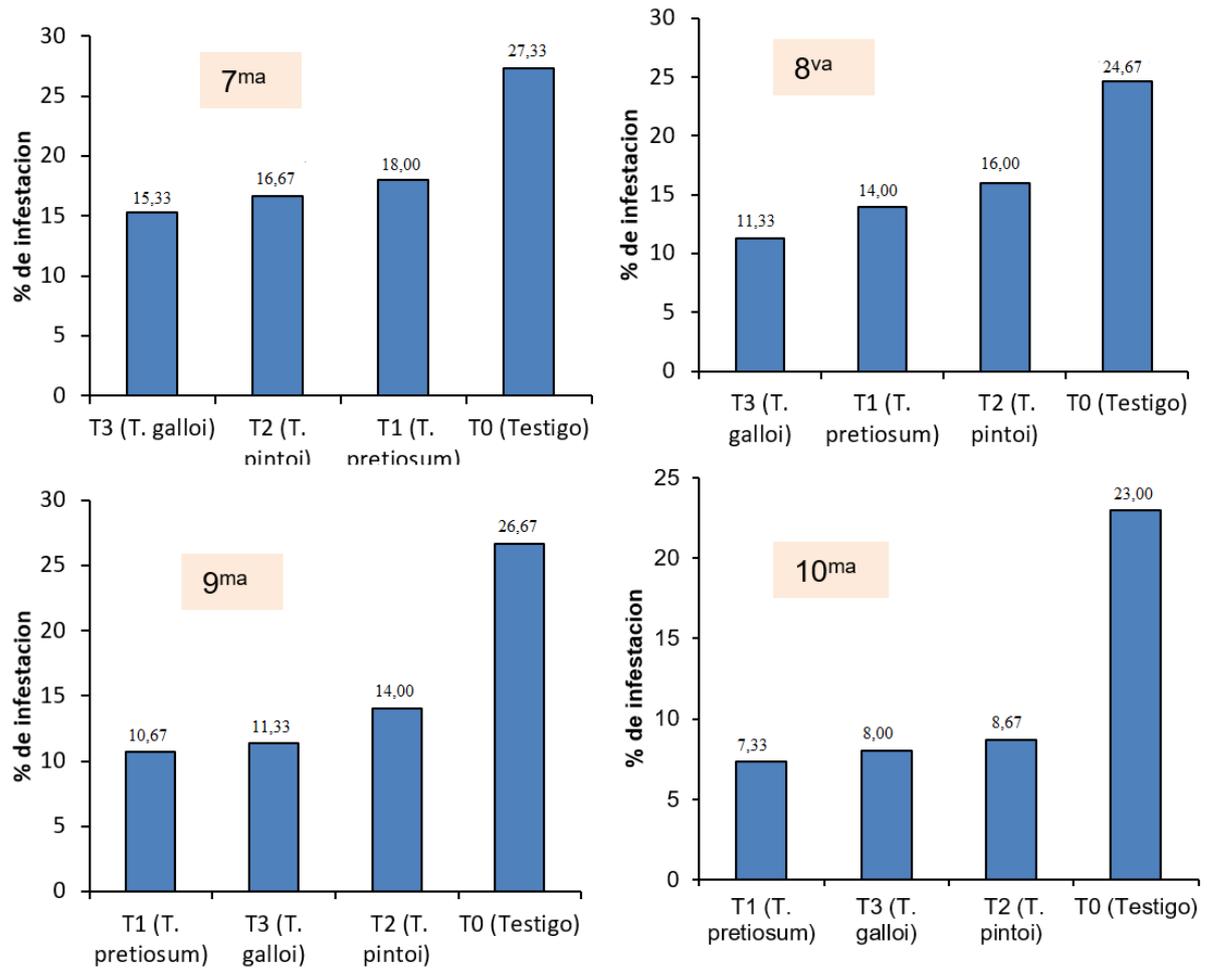


Figura 8. Porcentaje de infestación de *Carmenta foraseminis* después de la liberación de los parasitoides (desde la séptima hasta decima evaluación).

La Figura 8, corrobora el efecto significativo de los parasitoides Trichogrammatidae en las distintas evaluaciones donde mostraron reducir entre 10 y 15 % el daño por *C. foraseminis*, con respecto al testigo que siempre fue superior a todos los tratamientos. Por su parte, la Figura 9 muestra las curvas de decrecimiento del porcentaje de infestación de *C. foraseminis*, realizada cada 15 días durante la ejecución de la investigación haciendo un total de 12 evaluaciones; en la Figura 9a, muestra los datos ajustados una línea recta por mínimos cuadrados ordinarios, donde se puede observar la tasa de decrecimiento por cada evaluación y el porcentaje de infestación antes la liberación de los microparasitoides.

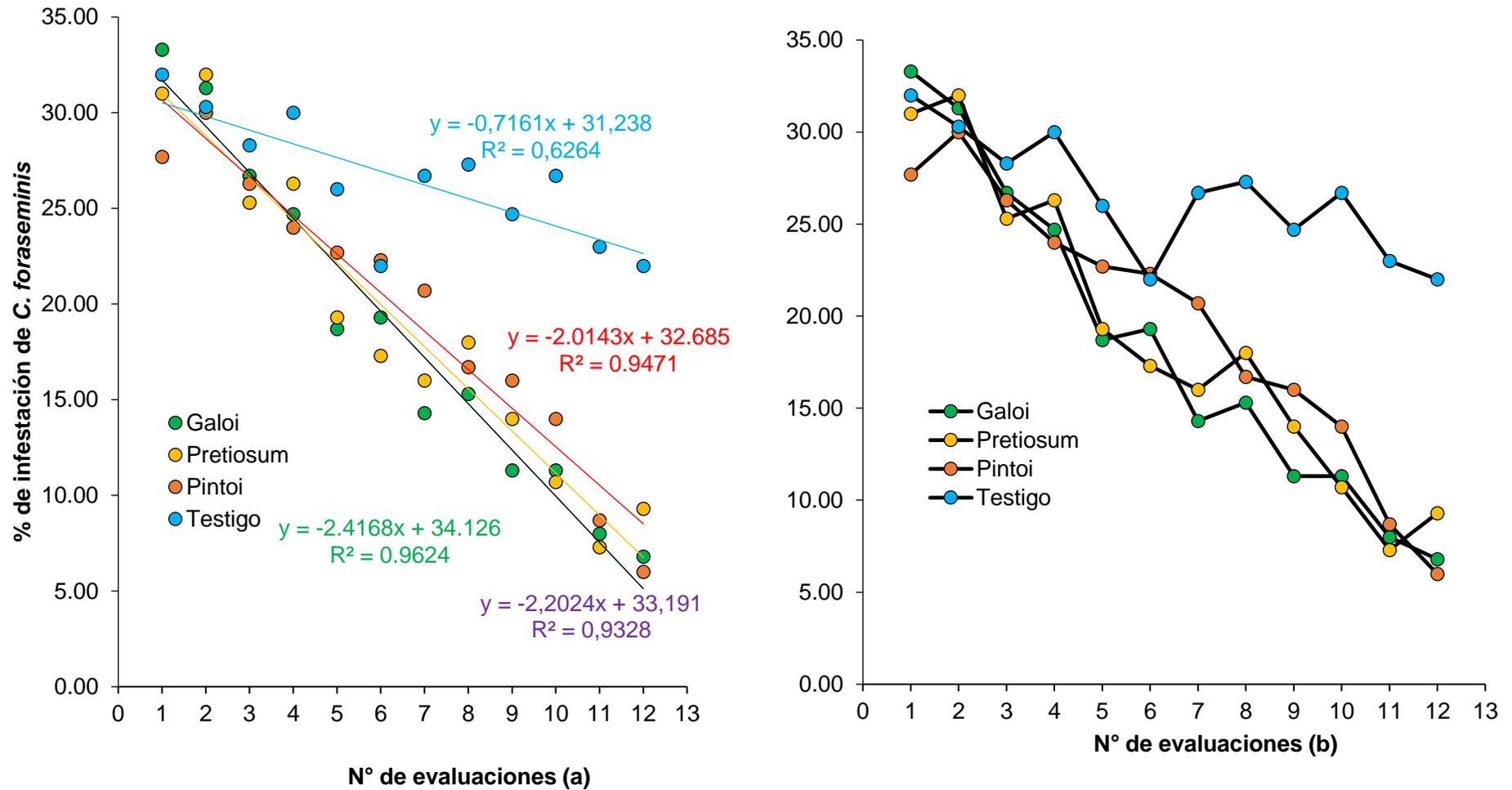


Figura 9. Efecto de tres parasitoides Trichogrammatidae en el control del “Mazorquero del cacao” (*Carmenta foraseminis*) en el cultivo de cacao bajo condiciones de Tingo María.

las mayores tasas de decrecimiento (a) lo alcanzaron el *T. pintoi*, *T. galloi* y *T. pretiosum* con valores de -2,0143, -2,4168 y -2,2024 respectivamente, mientras que el testigo tuvo una tasa de -0,7161; en la Figura 9b, muestra los datos originales donde se puede analizar que los valores más altos de infestación están entre la primera y segunda evaluación, posteriormente existe un aumento de la población de parasitoides el cual logra disminuir la población plaga en niveles más aceptables, al respecto Debach (1964), menciona que uno de los componentes más importantes del control biológico, consiste en el uso de enemigos naturales (depredadores, parasitoides y entomopatógenos) para mantener las densidades de las poblaciones plaga en niveles más bajos de los que tendrían en su ausencia, no obstante esto se alcanza cuando disponen de alimento rico en nutrientes, especialmente de azúcares y aminoácidos, como polen o néctar. Estos alimentos les permitirán maximizar su vida útil, así como su capacidad reproductiva (Thompson, 1999).

Del análisis de variancia (Tabla 8) para el porcentaje de infestación en frutos de cacao (a los 180 días o doceava evaluación) y el área debajo de curva de crecimiento de la incidencia (ADCI), se observa que para ambos parámetros se encontró diferencias altamente significativas entre los tratamientos dando a entender que al menos un tratamiento fue diferente al otro, no se encontraron significancia estadística para el efecto de bloques en el porcentaje de infestación, mientras que para ADCI sucedió lo contrario. Los coeficientes de variabilidad (13,55 y 5,84 %) indican una excelente homogeneidad entre sus unidades experimentales.

Tabla 8. Análisis de variancia para el porcentaje de incidencia de *Carmentia foraseminis* en frutos de cacao a los 180 días después de la liberación de tres parasitoides Trichogrammatidae.

Fuente de variación	G.L	A los 180 días			ADCI		
		SC	CM	Sig.	SC	CM	Sig.
Bloque	3	8,00	4,00	NS	3628743,75	1209581,25	AS
Tratamiento	2	502,67	167,56	AS	990909,38	495454,69	AS
Error	6	13,33	2,22		242465,63	40410,94	
Total	11	524,00			4862118,75		
CV (%)		13,55			5,84		

S: Significación altamente estadística al 5 % de probabilidad.

AS: Significación altamente estadística al 1 % de probabilidad.

ADCI: Área debajo de la curva de incidencia.

De la prueba de comparación de medias de Tukey ($\alpha=0.05$) para el porcentaje de infestación de *C. foraseminis* a nivel frutos (en la doceava evaluación) (Tabla 9), muestra como

mejores tratamientos al T₂ (*T. pintoi*), T₃ (*T. galloi*), T₁ (*T. pretiosum*) con valores de 6,00; 6,67 y 9,33 % respectivamente, mientras que el testigo alcanzó un 22,00 % superando estadísticamente a los demás tratamientos, no obstante el análisis de la última evaluación no muestra estrictamente quien ha sido el mejor o mejores tratamientos, en ese sentido el área debajo de curva de la incidencia nos permite averiguar el desempeño de cada tratamiento durante la investigación ya que es un método para analizar datos longitudinales, es decir cuando se tienen varias observaciones de una misma unidad experimental, esto nos muestra que el T₀ (T. testigo) resultó con mayor área de 4 380,00 u² diferenciándose estadísticamente de los demás tratamientos, mientras que las liberaciones de controladores biológicos T₂ (*T. pintoi*), T₁ (*T. pretiosum*) y T₃ (*T. galloi*) tuvieron valores de 3272,50; 3097,50 y 3015,00 u² respectivamente, sin diferenciarse estadísticamente entre ellos, dando a entender que existe una relación positiva entre el porcentaje de incidencia y el ADCI, es decir que a mayor área existe mayor incidencia de *C. foraseminis*.

Tabla 9. Prueba de comparación de Tukey ($\alpha=0,05$) para el porcentaje de infestación de *C. foraseminis* en frutos de cacao a los 165 días después de la liberación de tres parasitoides Trichogrammatidae.

A los 165 días			ADCI			Incidencia	
Tratamientos	%	Sig.	Tratamientos	u ²	Sig.	Tratamientos	%
T ₂ (<i>T. pintoi</i>)	6,00	a	T ₀ (T. testigo)	4380,0	a	T ₀ (T. testigo)	26,58
T ₃ (<i>T. galloi</i>)	6,67	a	T ₂ (<i>T. pintoi</i>)	3272,5	b	T ₂ (<i>T. pintoi</i>)	19,59
T ₁ (<i>T. pretiosum</i>)	9,33	a	T ₁ (<i>T. pretiosum</i>)	3097,5	b	T ₁ (<i>T. pretiosum</i>)	18,88
T ₀ (Testigo)	22,00	b	T ₃ (<i>T. galloi</i>)	3015,0	b	T ₃ (<i>T. galloi</i>)	18,42

Entre tratamientos unidos por la misma letra no existe significación estadística.

En general se puede concluir que el control biológico es una buena opción cuando se trata de disminuir el porcentaje de daño por *C. foraseminis*, tal como mencionan Debach y Rosen (1991), que los enemigos naturales aumentan en intensidad y destruyen la mayor parte de la población de plagas en la medida que ésta aumenta en densidad y viceversa. Sin embargo, en algunas ocasiones los enemigos naturales nativos o exóticos se establecen, pero sus números son insuficientes para reducir la plaga a un grado que no cause daño. Por esto, los enemigos naturales pueden incrementarse mediante la cría masiva en laboratorio para su posterior liberación ya sea ocasional o repetida tal como se realizó en esta investigación. Este método se conoce generalmente como control aumentativo de enemigos naturales (Ridgway y Vinson, 1977). No obstante, existen otras formas de control como el que realiza Montes (2010), quien utiliza un manejo cultural que

consiste en disponer los frutos afectados en bolsas plásticas por espacio de tres meses para asegurar la muerte de las larvas y adultos y evitar la reinfestación del cultivo.

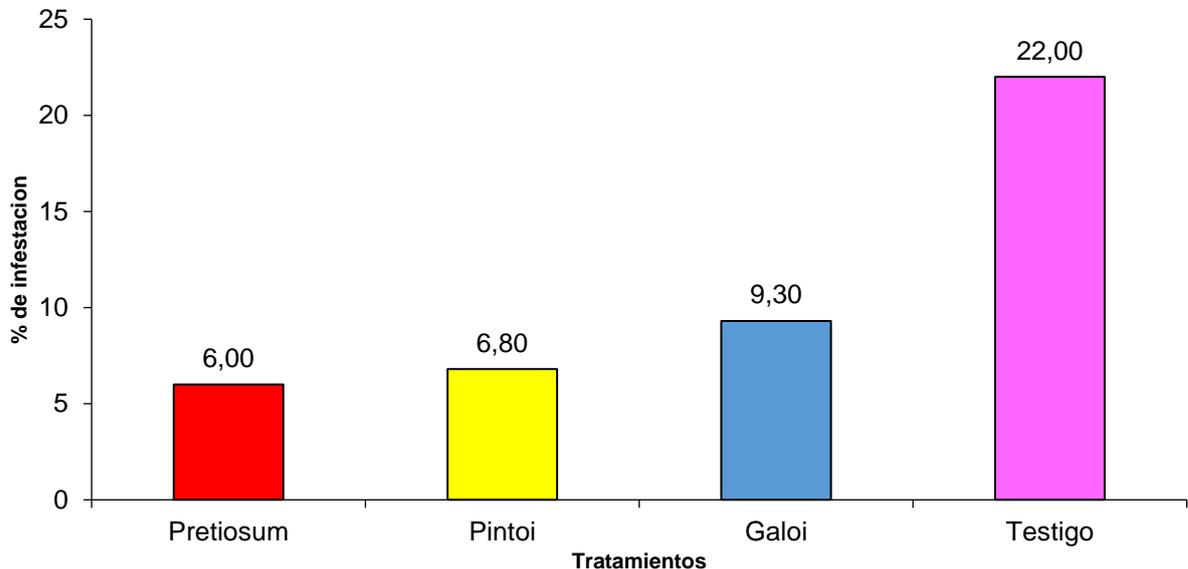


Figura 10. Porcentaje de infestación de *C. foraseminis* en frutos de cacao por efecto de la liberación de los parasitoides (última evaluación).

4.3. Número de larvas por fruto de cacao

Del análisis de variancia (Tabla 10) para el número de larvas de *C. foraseminis* por fruto de cacao, se observa que al inicio no hubo diferencias estadísticas, mientras que a los 164 días después de la liberación de los parasitoides se encontró diferencias altamente significativas indicando que al menos un tratamiento fue diferente. Los coeficientes de variabilidad (10,38 y 7,17 %) indican una excelente homogeneidad entre sus unidades experimentales.

Tabla 10. Análisis de variancia para el número de larvas de *C. foraseminis* por fruto de cacao después de la liberación de los parasitoides Trichogrammatidae

Fuente de Variación	G.L	A los 30 días			A los 164 días		
		SC	CM	Sig.	SC	CM	Sig.
Tratamiento	3	0,05667	0,01889	NS	0,7092	0,23639	AS
Bloque	2	0,03500	0,01750		0,0117	0,00583	
Error	6	0,19833	0,03306		0,0283	0,00472	
Total	11	0,29000			0,7492		
CV (%)		10,38		7,17			

S: Significación altamente estadística al 5 % de probabilidad.

AS: Significación altamente estadística al 1 % de probabilidad.

Tabla 11. Prueba de Tukey ($\alpha=0,05$) para el número de larvas de *C. foraseminis* por fruto de cacao por efecto de tres parasitoides Trichogrammatidae.

A los 30 días			A los 180 días		
Tratamientos	Nº de larvas	Sig.	Tratamientos	Nº de larvas	Sig.
T ₀ (Testigo)	1,67	a	T ₃ (<i>T. galloi</i>)	0,63	a
T ₂ (<i>T. pintoi</i>)	1,70	a	T ₁ (<i>T. pretiosum</i>)	0,87	a b
T ₃ (<i>T. galloi</i>)	1,80	a	T ₂ (<i>T. pintoi</i>)	1,00	b c
T ₁ (<i>T. pretiosum</i>)	1,84	a	T ₀ (Testigo)	1,30	c

Entre tratamientos unidos por la misma letra no existe significación estadística.

En la prueba de significación de Tukey (Tabla 11 y Figura 11) a un nivel de significación del 0,05, se puede observar que no existió diferencias estadísticas entre los tratamientos, fluctuando de 1,67 larvas/fruto en el T₀ (Testigo) a 1,84 larvas/ fruto en el T₁ (*T. pretiosum*), señalando que es un buen indicador de la homogeneidad de datos con la que se empieza a operar la investigación y nos permite visualizar con más precisión el efecto de cada tratamiento a los 165 días después de la liberación de los parasitoides donde los mejores tratamientos fueron T₃ (*T. galloi*) y T₁ (*T. pretiosum*) con valores de 0,63 y 0,87 larvas/fruto, mientras que el testigo alcanzó un valor de 1,30 larvas/fruto. Estos resultados explican la reducción en la pérdida de rendimiento debido a la acción de los parasitoides ya que según Carabalí-Muñoz (2015), mencionan que una larva puede afectar tres o cuatro semillas/fruto, dependiendo del estado fenológico del fruto y la variedad o clon. Como producto de la alimentación de la larva, en el fruto se observan excretas marrones, igualmente en la placenta y semillas perforadas. La presencia del perforador dentro del fruto sólo es evidente cuando en la corteza intacta se observa una mancha oscura redondeada de aproximadamente 0,5 cm de diámetro, la cual es producida por la larva cuando está en fase de pre pupa. En este caso la larva sí traspasa el mesocarpio del fruto y se alimenta de las semillas; en consecuencia, además del daño primario, el comportamiento de este insecto favorece la pudrición y apelmazamiento de las semillas, por lo que el porcentaje de frutos aprovechables se ve reducido considerablemente (Delgado, 2005).

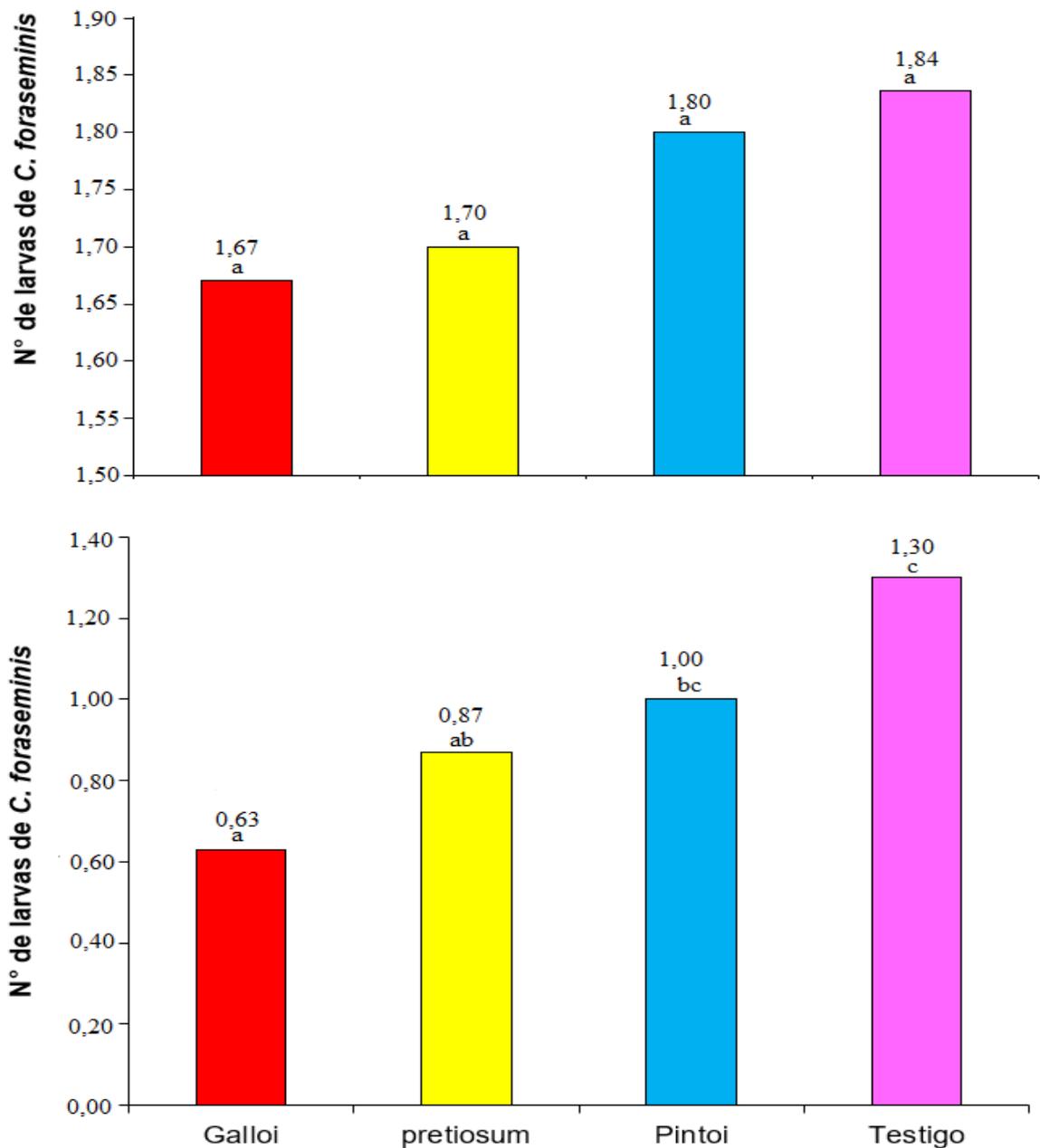


Figura 11. Número de larvas de *C. foraseminis* por fruto de cacao, después de la liberación de los tres parasitoides Trichogrammatidae.

4.4. Rendimiento de cacao en kg/ha

Del análisis de variancia para el rendimiento de cacao expresado en kg/ha en campaña chica (Tabla 12), se observa que para el rendimiento total y el rendimiento de frutos sanos no se encontró diferencias estadísticas significativas entre controladores biológicos y bloques, mientras que para el rendimiento de frutos dañados se encontró diferencias estadísticas altamente significativas. Los coeficientes de variabilidad (6,34; 8,29 y 8,48 %) indican una excelente homogeneidad entre sus unidades experimentales.

Tabla 12. Análisis de variancia para el rendimiento de cacao en campaña chica por efecto de tres parasitoides Trichogrammatidae en el control de *C. foraseminis*.

Fuente de variación	G.L	Rendimiento (kg)					
		Total		Frutos sanos		Frutos dañados	
		CM	Sig.	CM	Sig.	CM	Sig.
Tratamientos	3	342,75	NS	1140,90	NS	275,09	AS
Bloque	2	365,42	NS	15,02	NS	385,41	S
Error	6	392,07		421,91		29,75	
Total	11						
CV (%)		6,34		8,29		8,48	

S: Significación altamente estadística al 5 % de probabilidad.

AS: Significación altamente estadística al 1 % de probabilidad.

ADCA: Área debajo de la curva de crecimiento (altura) de la planta.

En el Tabla 13, se muestran la prueba de comparación de medias para el rendimiento de frutos sanos, frutos dañados con *C. foraseminis* y rendimiento de frutos totales. Las tres especies de parasitoides de Trichogrammatidae liberados en las diferentes parcelas mostraron efecto de control en la reducción de frutos dañados por este fitófago, sin diferenciarse estadísticamente entre ellos, es así que la liberación de *T. pretiosum* ocupó el mayor rendimiento de frutos sanos con 264,60 kg/ha en campaña chica, al mismo tiempo que tuvo un rendimiento de 58,53 kg de frutos enfermos, lo que nos muestra que aparentemente fue el mejor tratamiento y la mejor opción de control de *C. foraseminis* en cuanto a producción ya que también alcanzó 18 % de pérdidas en el rendimiento total de la producción, coincidiendo con Navarro y Cabaña (2006), quienes en Venezuela, para el control del insecto recomiendan liberaciones de la avispa *T. pretiosum*. Por su parte el testigo (Sin control biológico) resultó con menor rendimiento para el número de frutos totales (301,37 frutos), al mismo tiempo que obtuvo en promedio 81,00 kg/ha frutos dañados, es decir alcanzó un 27 % de pérdidas en el rendimiento total de la producción coincidiendo con Cubillos (2013), quien en una investigación en la Compañía Nacional de Chocolates en la Granja La Nacional en Colombia 2007 y diciembre de 2008, reporta pérdidas del 27,4 %, por su parte Muñoz et al. (2017), encontró 23,5 % de pérdidas, el cual también es muy cercano a las pérdidas encontradas en nuestra investigación, sin embargo estos resultados podrían variar en campaña grande puesto que la investigación solo se realizó en los meses de noviembre 2017 a mayo de 2018; Por todo lo señalado, se demuestra que el control biológico resultó relativamente eficiente en la reducción de frutos dañados, esto claramente se puede analizar en la Tabla 14, donde el control

biológico reduce el daño en aproximadamente 8 y 9 %. Al respecto Bertorelli y Rengifo (2008), mencionan que el género *Trichogramma* constituye un grupo de himenópteros parasitoides de huevos de insectos muy utilizados en programas de control biológico de plagas, principalmente contra huevos de lepidópteros.

Tabla 13. Prueba de Tukey ($\alpha=0,05$) para el rendimiento de cacao en campaña chica por efecto de tres parasitoides de Trichogrammatidae en el control de *C. foraseminis*.

Rendimiento (kg/ha)								
De los frutos totales			De los frutos sanos			De los frutos dañados		
Trat.	Kg/ha	Sig.	Trat.	Kg/ha	Sig.	Trat.	Kg/ha	Sig.
Testigo	301,37	a	Testigo	220,33	a	<i>T. galloi</i>	56,20	a
<i>T. galloi</i>	305,00	a	<i>T. galloi</i>	248,77	a	<i>T. pretiosum</i>	58,53	a
<i>T. pintoii</i>	319,50	a	<i>T. pintoii</i>	257,97	a	<i>T. pintoii</i>	61,53	a
<i>T. pretiosum</i>	323,17	a	<i>T. pretiosum</i>	264,60	a	Testigo	81,00	b

Entre tratamientos unidos por la misma letra no existe significación estadística.

Con respecto al control biológico con *T. galloi* y *T. pintoii*, claramente se observa que estas tienen diferencias estadísticas significativas con el testigo puesto que alcanzaron 305,00 y 319,50 kg de cacao por hectárea respectivamente y al mismo tiempo que alcanzaron 56,20 y 61,53 kg de cacao dañado por *C. foraseminis*, esto también evidencia que es viable controlar mazorquero con estas dos especies de *Trichogramma* debido a que redujeron el 8 % del rendimiento de frutos dañados a pesar que en Colombia no fue posible probar su acción parasitoide sobre los huevos de este lepidóptero, pruebas desarrolladas con liberaciones de *Trichogramma exiguum*, *T. atopovirilia*, *Chrysoperla carnea* y aplicaciones de *Bacillus thuringiensis* no arrojaron resultados positivos, cuando se aplicaron durante una sola temporada (Cubillos, 2013). Si bien, no existen muchos estudios con estas dos especies en el cultivo de cacao, no obstante, existe evidencia de que *T. galloi* tuvo buenos resultados en Brasil donde se usó en 500,000 ha de caña de azúcar para controlar los huevos del barrenador de caña de azúcar (Parra et al., 2010), asimismo SENASA (2018), reporta el uso de estas especies como parasitoides de *Heliothis virescens*, *Heliothis zea*, *Diatraea saccharalis*, etc.

De los resultados anteriores también se puede inferir que en ocasiones el rendimiento puede dar conclusiones erróneas cuando existe mucha variabilidad, es decir no es un buen indicador para explicar el efecto de los tratamientos sobre el control de alguna plaga, más bien se debe considerar la proporción de frutos dañados con respecto al número total de frutos, es decir que es mejor comparar porcentajes de infestación que rendimiento de frutos, tal como menciona Jaúregui (2001), que muchas veces para encontrar el efecto de un producto es mejor comparar porcentajes de incidencia que número de frutos dañados. De los resultados también se puede observar que entre los diferentes tratamientos no existe correlación definida del rendimiento de frutos dañados con los demás parámetros, sin embargo existe correlación positiva entre el rendimiento de frutos sanos con el de frutos totales, es decir que a mayor número de frutos totales existe más probabilidad de obtener frutos sanos.

En la Figura 12, se presenta la evaluación temporal del rendimiento de frutos dañados por *C. foraseminis*, rendimiento de frutos sanos y rendimiento de frutos totales, donde se puede observar que para frutos sanos el rendimiento fluctuó de 5,08 kg/ha en la cuarta evaluación a 37,69 kg/ha en la décima evaluación. El rendimiento de frutos dañados fluctuó de 11,62 kg/ha en la segunda evaluación a 1,16 kg/ha en la doceava evaluación esto es debido básicamente a la acción de los controladores biológicos liberados en las parcelas de cacao.

Para el rendimiento total se encontró que este parámetro fluctúa de 43,57 a 7,26 kg/ha esto en la octava y cuarta evaluación respectivamente. De lo anterior se puede inferir que la fluctuación de los rendimientos en parte es debido al efecto de los controladores biológicos y también a los factores no controlados que en este caso corresponden a los factores ambientales y genéticos que inciden en que ciertas plantas tengan mayor producción que otras, lo que causa variabilidad entre parcelas, no obstante para los rendimientos de frutos dañados, los valores tienden a disminuir tanto en el testigo como en los demás tratamientos haciendo ver que existe una disminución de toda la población del mazorquero del cacao y que posiblemente esté correlacionado con la temperatura y humedad registrada durante los meses de evaluación.

Finalmente, debo hacer hincapié que las tres especies de microavispidas, conforme transcurrieron las evaluaciones, mostraron buena adaptación a las condiciones agroecológicas del caserío Venenillo, donde el cultivo de cacao es manejado adecuadamente, realizándose podas y fertilización oportunamente (agosto 2017), a partir de noviembre prolifera la floración y en febrero empieza a fructificar masivamente (Paredes, 2004).

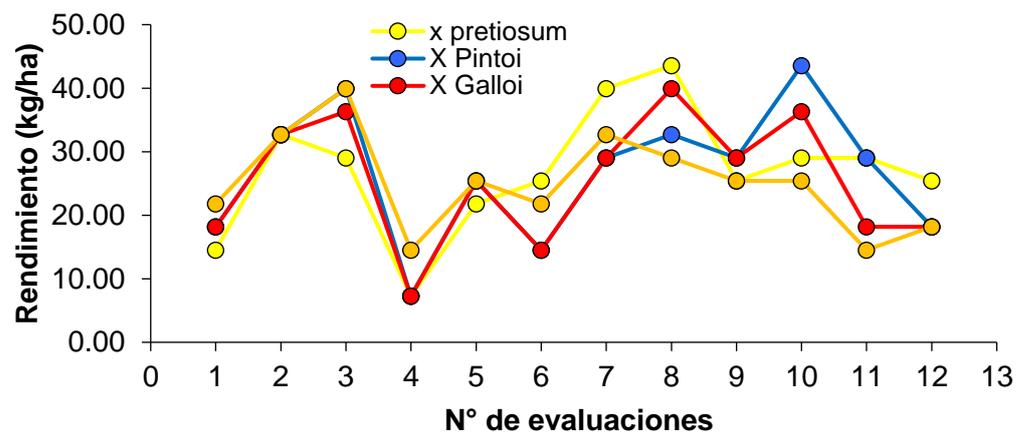
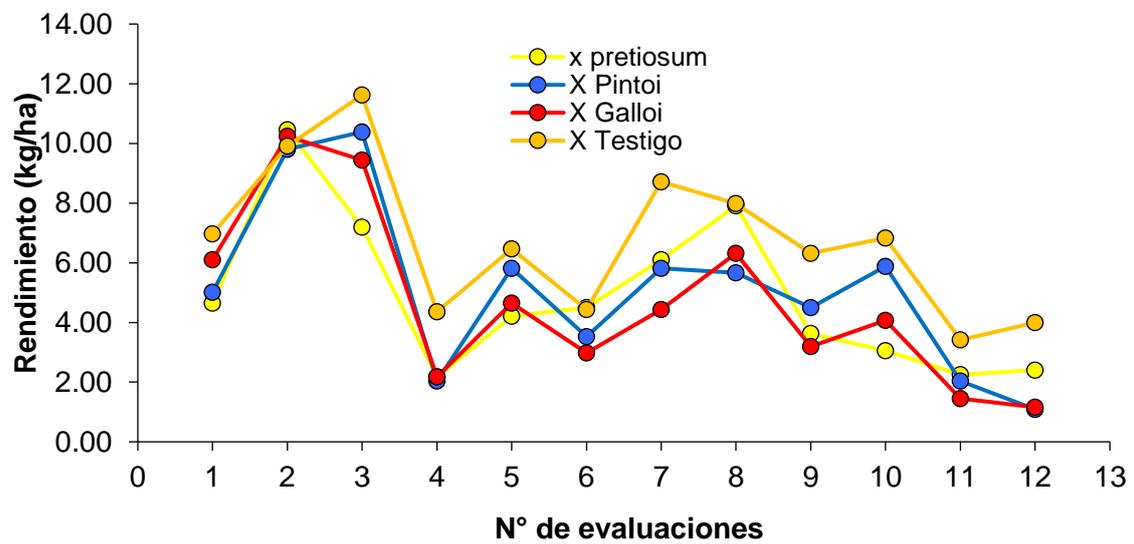
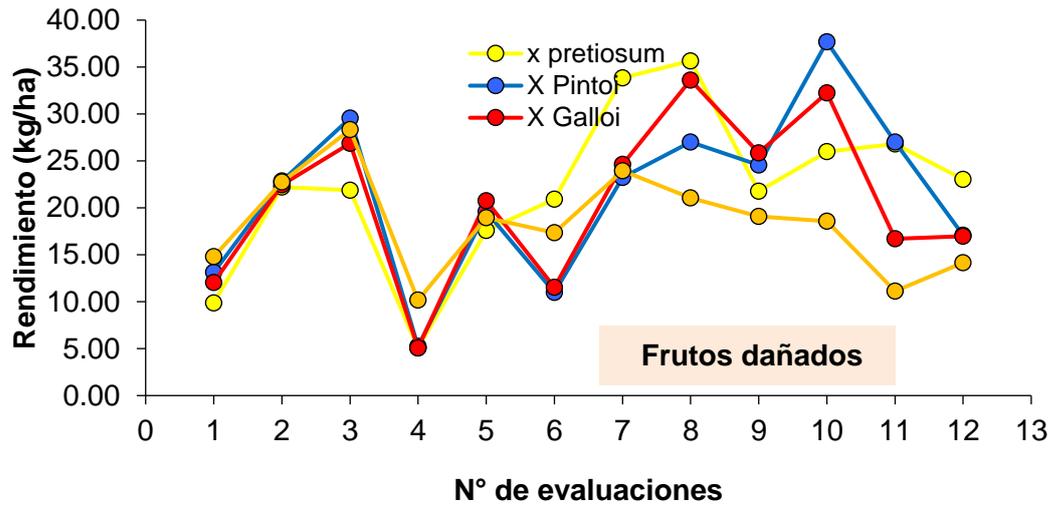


Figura 12. Rendimiento de cacao en campaña chica por efecto de tres parasitoides Trichogrammatidae en el control de *C. foraseminis*

Fue importante que las plantas presentaran follaje adecuado que permita el paso de luz y viento a fin de crear un microclima favorable para las avispas *Trichogramma*, que son parasitoides ovívoros e idiobiontes muy utilizados en programas de control biológico de plagas en diversos cultivos, cuya actividad es intensa durante el día y su distribución se ve facilitada por la acción del viento, mejorando su distribución y capacidad de búsqueda en el cultivo (Cave, 1995; Bertorelli y Rengifo, 2008). De igual manera, la presencia elevada de flores en los árboles de cacao, le permitió tener alimento disponible (polen, exudados, etc.), condiciones que habrían incrementado su reproducción y longevidad de 7 a 10 días (SENASA, 2016), parasitando un mayor número de huevos de *C. foraseminis*, lo que contribuyó a disminuir las poblaciones del mazorquero del cacao, que desde fines del 2015 se constituye en la plaga principal del cacao (Gil et al., 2017). Su distribución se ve facilitada por la acción del viento, mejorando su distribución y capacidad de búsqueda en el cultivo (Cave, 1995; Bertorelli y Rengifo, 2008). De igual manera, la presencia elevada de flores en los árboles de cacao, le permitió tener alimento disponible (polen, exudados, etc.), condiciones que habrían incrementado su reproducción y longevidad de 7 a 10 días (SENASA, 2016), parasitando un mayor número de huevos de *C. foraseminis*, lo que contribuyó a disminuir las poblaciones del mazorquero del cacao, que desde fines del 2015 se constituye en la plaga principal del cacao (Gil et al., 2017).

V. CONCLUSIONES

1. Existe efecto significativo de *Trichogramma galloi*, *T. pretiosum* y *T. pintoii* en el control de “Mazorquero del cacao” (*Carmenta foraseminis*) en frutos de cacao, al tener una mayor área debajo de la curva de la incidencia y un mayor porcentaje de infestación promedio de 19,59; 18,88; 18,42 % respectivamente, mientras que el testigo alcanzó un área y un porcentaje de infestación promedio de 4 380,00 u² y 26,58 % respectivamente.
2. Se encontró mayor rendimiento de frutos sanos en los tratamientos *Trichogramma galloi*, *T. pretiosum* y *T. pintoii* con valores de 248,77; 264,60 y 257,97 kg/ha respectivamente, mientras que el testigo solo obtuvo 220,33 kg/ha.

VI. PROPUESTAS A FUTURO

1. Repetir la presente investigación, pero incrementando el número de evaluaciones para obtener mayor exactitud de los resultados.
2. Promover la crianza de las avispidas *Trichogramma* en la provincia de Leoncio Prado y su liberación durante la campaña grande del cultivo de cacao en la zona de Tingo María y alrededores y compararlos con el presente trabajo de investigación.
3. Realizar ensayos con *Trichogramma galloi* por que tuvo mayor efecto en el control de *Carmenta foraseminis* en los frutos de cacao.
4. Realizar trabajos similares en diferentes cultivos, lugares y épocas de la región por ser el uso de avispidas Trichogrammatidae una alternativa razonable para conservar el equilibrio en los agroecosistemas.

VII. REFERENCIAS

- Alcántara, V. (2013). *Ciclo biológico de Carmenta foraseminis Eichlin en Theobroma cacao – en la zona de Satipo*. [Tesis de pregrado inédita]. Universidad Nacional del Centro del Perú. Satipo.
- Alomía, J.M. (2015). *Registro de Carmenta foraseminis Eichlin (Lep.: Sesiidae) en frutos de cacao de la zona de Satipo*. Escuela Profesional de Agronomía Tropical, Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional del Centro del Perú. Satipo.
- Bertorelli, M.V. y Rengifo, R. (2008). Producción masiva de *Trichogramma* spp. en Anzoátegui, Venezuela y su importancia como alternativa ecológica en el control de plagas. Resumen *Revista Agronomía Tropical*, 1(1), 1-6
- Bueno, R.C.O.F., Bueno, A.F., Parra, J.R.P., Vieira, S.S., & Oliveira, L.J. (2010). Biological characteristics and parasitism capacity of *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera, Trichogrammatidae) on eggs of *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera, Noctuidae). *Revista Brasileira de Entomologia*, 54(2), 322-327.
- Caiche, K.A. (2014). Crianza masal del parasitoide (*Trichogramma exiguum* Pinto y Plantner) en hospedero alterno (*Sitotroga cerealella* Oliver) en fase de laboratorio. [Tesis de pregrado inédita]. Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Machala. Machala, Ecuador.
- Carabalí-Muñoz, A. (2015). *Bioecología y epidemiología de Carmenta foraseminis* [Informe final]. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica), Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR). Palmira, Colombia.
- Carabalí, M.; Senejoa, L.; Montes, P. (2018). *Reconocimiento, daño y opciones de manejo de Carmenta foraseminis Eichlin (Lepidoptera: Sesiidae), perforador del fruto y semilla de cacao Theobroma cacao L. (Malvaceae)*. Editorial Agrosavia. Mosquera, Colombia.
- Castañé, C.; Quero, R.; Riudavets, J. (2006). The brine shrimp *Artemia* sp as alternative prey for rearing the predatory bug *Macrolophus caliginosus*. *Biological Control*, 38(1), 405–412.
- Castillo, M.S.; Aldana, V.J.; Calvache, G.H.; Grijalva, O. (2000). Evaluación de técnicas de liberación de *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) para el manejo de *Stenomacropis cecropia* Meyrick (Lepidoptera: Stenomacropidae) en el cultivo de palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq.) *Revista Científica Scielo*, 21(1), 1-10.
- Cave, R. D. (1995). *Manual para la enseñanza del control biológico en América Latina*. Zamorano Escuela Agrícola Panamericana. Honduras. Zamorano Academic Press.

- Cubillos, G. (2013). *Manual del perforador de la mazorca del cacao*. Compañía Nacional de Chocolate S.A.S, https://chocolates.com.co/sites/default/files/usuarios/cchiquito/manual_del_perforador_de_la_mazorca_del_cacao.pdf.
- Debach, P.Y Rosen, D. (1991). *Control biológico de las plagas de insectos y de malas hiervas*. Editado por Continental México. 1ra. ed.
- Delgado, N. (2005). Caracterización morfológica de los Sesiidae (Insecta: Lepidoptera) perforadores del fruto del cacao (*Theobroma cacao* L.), presentes en la región costera del estado Aragua, Venezuela. *ENTOMOTROPICA*, 20(2), 97-111. <http://www.bioline.org.br/pdf?em05015>.
- Eichlin, T. D. (1995). A new panamanian clearwing moth (Sesiidae: Sesiinae). *Journal of The Lepidopterists Society*, 49(1), 39-42.
- Eilenberg J.; Hajek A.; Lomer C. (2001). Suggestions for unifying the terminology in biological control. *BioControl* 46 (1), 387– 400.
- Figuerola, W.; Ramírez, J. A.; Sigarrosa, A. K. (2013). Efecto de las cepas nativas *Paecilomyces* sp. (Bainier) y *Lecanicillium* sp. (Zimm) en el control de *Carmenta foraseminis* Eichlin (Lepidoptera: Sesiidae) en cultivos de cacao (*Theobroma cacao* L.). *Acta Agronómica* 62(3), 1-10. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-28122013000300011&lng=es&nrm=iso.
- García, F.; Amaya, M. y Jiménez, J. (2004). *Parasitoides en: Guía de insumos biológicos para el Manejo Integrado de Plagas*. Corporación para Desarrollo de Insumos y Servicios Agroecológicos Harmonia.
- García-González, F., Mercado-Hernández, R., González-Hernández, A., & Ramírez-Delgado, M. (2011). Especies nativas de *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) colectadas en cultivos agrícolas del norte de México. *Revista Chapingo serie ciencias forestales y del ambiente*, 17(1), 173-181
- Gil, J.; Cabezas, O.; Huamán, J.P.; Gil, S. y Ríos, C. (2017). *Manejo integrado del “Mazorquero del cacao” Carmenta foraseminis (Busck) Eichlin (Lepidoptera: Sesiidae) en el Alto Huallaga*. Resúmenes de la LIX Convención Nacional realizada del 23 al 26 octubre 2017. Sociedad Entomológica del Perú. Trujillo, Perú.
- Jaúregui, C.A. (2001). *Efecto de fungicidas en el control de las principales enfermedades del cacao (Theobroma cacao L.) en Tingo María*. [Tesis de pregrado inédita]. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María. Perú.

- Leal, C. C. y Hernández, M.L. (1990). *Aspectos bionómicos del perforador de la mazorca del cacao *Synanthedon theobromae* (Busck) (Lepidoptera: Sesiidae)*. Universidad Nacional de Colombia, secc. Medellín.
- Lenfant, C.; Ridray, G.; Schoen, L. (2000). Biopropagation of *Macrolophus caliginosus* Wagner for a quicker establishment in Southern tomato greenhouses. *Bulletin OILB/SROP*, 23(1), 247–251.
- Madrigal, A. (2001). *Fundamentos de control biológico de plagas*. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional de Colombia. Sede Medellín.
- Mesones, I. (2018). *Incidencia de *Carmenta foraseminis* y las principales enfermedades en frutos de cacao en tres caseríos de Leoncio Prado – Huánuco*. [Tesis de pregrado inédita]. Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María, Huánuco, Perú.
- Moncayo, E. (1957). *Plagas del cacao en Antioquía y Santander*. [Tesis de pregrado inédita]. Nacional de Agronomía. Universidad Nacional de Medellín. Colombia.
- Montes, M. (2010). *Método analítico para identificación taxonómica de *Carmenta foraseminis**. Documento del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). Norte de Santander, Colombia.
- Morales, J., Vásquez, C., Pérez, N. L., Valera, N., Ríos, Y., Arrieche, N y Querino, R. B. (2007). Especies de *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) parasitoides de huevos de lepidopteros en el Estado Lara, Venezuela. *Neotropical Entomology*, 36(4), 542-546.
- Moreno, F y Pérez, I. (2002). El empleo de *Trichogramma* en control biológico de plagas: problemas taxonómicos. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa* ,31(1), 239-242.
- Muñoz, A.; Vásquez, Y.; Muriel, S. (2017), Estimación de pérdidas generados por *Carmenta foraseminis* (Busck) Eichlin (Lepidoptera: Sesiidae) en el grano comercial de cacao (*Theobroma cacao* L.) y registro de controladores biológicos en la granja “Rafael Rivera”, San Jeronimo (Antioquia – Colombia). *Boletín del Museo de Entomología de la Universidad del Valle*, 17(2), 29-36.
- Muñoz, J.; Castañeda Y.A y Muriel, S. (2017). Estimación de pérdidas generados por *Carmenta foraseminis* (Busck) Eichlin (Lepidoptera: Sesiidae) en el grano comercial de cacao (*Theobroma cacao* L.) y registro de controladores biológicos en la granja “Rafael Rivera”, San Jerónimo (Antioquia – Colombia). *Boletín del Museo de Entomología de la Universidad del Valle*, 17(2):29-36.
- Navarro, R. y Cabaña, W. (2006). Control de insectos perforadores de la mazorca del cacao en la zona central de Venezuela. *INIA Divulga* 7(1), 9-26.

- Navarro, R. y Nogales, J. (2006). *Control de insectos perforadores del fruto del cacao en el Estado Aragua, Venezuela*. Sociedad Venezolana de Entomología. Resúmenes del XX Congreso Venezolano de Entomología.
- ONER. (1984). *Estudio de evaluación de recursos naturales y plan de protección ambiental. San Martín*: Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales. Lima, Perú.
- Paredes, A.M. (2015). *Cacao: Horizonte de la productividad agro-forestal*. Empresa Agroforestal y Ambiental Alborada S.A.C. Imprenta Gamboa E.I.R.L. Tingo María, Perú.
- Parra, J.R.P.; Botelho, P.S.M.; Pinto, A.S. (2010). *El control biológico de las plagas como componente clave para la producción sostenible de caña de azúcar*. En: Cortez, LAB, ed. Bioetanol de caña de azúcar: I + D para la productividad y sostenibilidad. Blücher, São Paulo, SP, Brasil.
- Pinto, R. (1998). *Evaluación de calidad del parasitoide (Trichogramma spp.) proveniente de seis insectarios mexicanos*. Universidad de California. Tecomán. Colima. México.
- Piundo, A.D. (2019). *Infestación del "Mazorquero del cacao" (Carmenita foraseminis (Busck) Eichlin) y registro de sus enemigos naturales en época de alta precipitación, en los caseríos de Camote y Pozo Rico, Monzón – Huánuco*. [Tesis de pregrado inédita]. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú.
- Ridgway, R. L.; Vinson, S.B. (1977). *Biological Control by Augmentation of Natural Enemies*. Plenum Press. New York.
- Ríos, M. V y Terán, J. (2003). Los *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) de la región noroccidental del estado Guarico, Venezuela. *Entomotropica*, 18(2), 127-145.
- SENASA. (2018). *Trichogramma* sp. Ficha técnica. SENASA DSV-SCB-CIU. N°. 1. Lima, Perú.
- Thompson, S.N. (1999). Nutrition and culture of entomophagous insects. *Annual Review of Entomology*.

ANEXOS

Tabla 14. Evaluación del porcentaje de infestación de *C. foraseminis* en frutos de cacao, antes de la liberación de tres parasitoides Trichogrammatidae (06 de noviembre del 2017).

Clave	Tratamiento	Repeticiones		
		I	II	III
T ₁	<i>Trichogramma pretiosum</i>	30	35	28
T ₂	<i>Trichogramma pintoii</i>	28	30	25
T ₃	<i>Trichogramma galloi</i>	32	42	26
T ₀	Testigo	30	38	28

Tabla 15. Evaluación del porcentaje de infestación de *C. foraseminis* en frutos de cacao, después de la liberación de tres parasitoides Trichogrammatidae (21 de noviembre del 2017).

Clave	Tratamiento	Repeticiones		
		I	II	III
T ₁	<i>Trichogramma pretiosum</i>	32	34	30
T ₂	<i>Trichogramma pintoii</i>	28	32	30
T ₃	<i>Trichogramma galloi</i>	32	36	26
T ₀	Testigo	25	42	24

Tabla 16. Evaluación del porcentaje de infestación de *C. foraseminis* en frutos de cacao, después de la liberación de tres parasitoides Trichogrammatidae (06 de diciembre del 2017).

Clave	Tratamiento	Repeticiones		
		I	II	III
T ₁	<i>Trichogramma pretiosum</i>	30	28	18
T ₂	<i>Trichogramma pintoii</i>	28	26	25
T ₃	<i>Trichogramma</i>	30	30	20
T ₀	Testigo	30	35	20

Tabla 17. Evaluación del porcentaje de infestación de *C. foraseminis* en frutos de cacao, después de la liberación de tres parasitoides Trichogrammatidae (21 de diciembre del 2017).

Clave	Tratamiento	Repeticiones		
		I	II	III
T ₁	<i>Trichogramma pretiosum</i>	25	30	24
T ₂	<i>Trichogramma pintoii</i>	20	28	24
T ₃	<i>Trichogramma galloi</i>	22	30	22
T ₀	Testigo	32	30	28

Tabla 18. Evaluación del porcentaje de infestación de *C. foraseminis* en frutos de cacao, después de la liberación de tres parasitoides Trichogrammatidae (10 de enero del 2018).

Clave	Tratamiento	Repeticiones		
		I	II	III
T ₁	<i>Trichogramma pretiosum</i>	20	24	14
T ₂	<i>Trichogramma pintoi</i>	22	22	24
T ₃	<i>Trichogramma galloi</i>	20	20	16
T ₀	Testigo	28	28	22

Tabla 19. Evaluación del porcentaje de infestación de *C. foraseminis* en frutos de cacao, después de la liberación de tres parasitoides Trichogrammatidae (07 de febrero del 2018).

Clave	Tratamiento	Repeticiones		
		I	II	III
T ₁	<i>Trichogramma pretiosum</i>	22	16	14
T ₂	<i>Trichogramma pintoi</i>	25	22	20
T ₃	<i>Trichogramma galloi</i>	20	22	16
T ₀	Testigo	28	20	18

Tabla 20. Evaluación del porcentaje de infestación de *C. foraseminis* en frutos de cacao, después de la liberación de tres parasitoides Trichogrammatidae (22 de febrero del 2018).

Clave	Tratamiento	Repeticiones		
		I	II	III
T ₁	<i>Trichogramma pretiosum</i>	20	16	12
T ₂	<i>Trichogramma pintoi</i>	20	20	22
T ₃	<i>Trichogramma galloi</i>	16	14	13
T ₀	Testigo	28	26	26

Tabla 21. Evaluación del porcentaje de infestación de *C. foraseminis* en frutos de cacao, después de la liberación de tres parasitoides Trichogrammatidae (12 de marzo del 2018).

Clave	Tratamiento	Repeticiones		
		I	II	III
T ₁	<i>Trichogramma pretiosum</i>	18	20	16
T ₂	<i>Trichogramma pintoi</i>	20	16	14
T ₃	<i>Trichogramma galloi</i>	20	14	12
T ₀	Testigo	26	30	26

Tabla 22. Evaluación del porcentaje de infestación de *C. foraseminis* en frutos de cacao, después de la liberación de tres parasitoides Trichogrammatidae (27 de marzo del 2018).

Clave	Tratamiento	Repeticiones		
		I	II	III
T ₁	<i>Trichogramma pretiosum</i>	16	14	12
T ₂	<i>Trichogramma</i>	20	12	16
T ₃	<i>Trichogramma</i>	14	10	10
T ₀	Testigo	24	26	24

Tabla 23. Evaluación del porcentaje de infestación de *C. foraseminis* en frutos de cacao, después de la liberación de tres parasitoides Trichogrammatidae (12 de abril del 2018).

Clave	Tratamiento	Repeticiones		
		I	II	III
T ₁	<i>Trichogramma pretiosum</i>	10	12	10
T ₂	<i>Trichogramma pintoii</i>	18	12	12
T ₃	<i>Trichogramma galloi</i>	14	10	10
T ₀	Testigo	26	28	26

Tabla 24. Evaluación del porcentaje de infestación de *C. foraseminis* en frutos de cacao, después de la liberación de tres parasitoides Trichogrammatidae (30 de abril del 2018).

Clave	Tratamiento	Repeticiones		
		I	II	III
T ₁	<i>Trichogramma pretiosum</i>	8	8	6
T ₂	<i>Trichogramma pintoii</i>	12	6	8
T ₃	<i>Trichogramma galloi</i>	10	8	6
T ₀	Testigo	25	24	20

Tabla 25. Evaluación del porcentaje de infestación de *C. foraseminis* en frutos de cacao, después de la liberación de tres parasitoides Trichogrammatidae (20 de mayo del 2018).

Clave	Tratamiento	Repeticiones		
		I	II	III
T ₁	<i>Trichogramma pretiosum</i>	10	10	8
T ₂	<i>Trichogramma pintoii</i>	8	6	4
T ₃	<i>Trichogramma galloi</i>	6	8	6
T ₀	Testigo	20	24	22

Tabla 26. Efecto de tres parasitoides Trichogrammatidae en el rendimiento de frutos dañados (kg/ha).

Clave	Tratamiento	Repeticiones		
		I	II	III
T ₁	<i>Trichogramma pretiosum</i>	60,56	66,88	48,14
T ₂	<i>Trichogramma pintoi</i>	67,20	61,43	55,99
T ₃	<i>Trichogramma galloi</i>	62,09	64,05	42,48
T ₀	Testigo	76,79	92,37	73,85

Tabla 27. Efecto de tres parasitoides Trichogrammatidae en el rendimiento de frutos sanos (kg/ha).

Clave	Tratamiento	Repeticiones		
		I	II	III
T ₁	<i>Trichogramma pretiosum</i>	277,096	248,995	267,729
T ₂	<i>Trichogramma pintoi</i>	248,668	287,117	238,103
T ₃	<i>Trichogramma galloi</i>	253,787	251,827	240,717
T ₀	Testigo	206,406	212,615	242,024

Tabla 28. Efecto de tres parasitoides Trichogrammatidae en el rendimiento de frutos totales (kg/ha).

Clave	Tratamiento	Repeticiones		
		I	II	III
T ₁	<i>Trichogramma pretiosum</i>	337,66	315,87	315,87
T ₂	<i>Trichogramma pintoi</i>	315,87	348,55	294,09
T ₃	<i>Trichogramma galloi</i>	315,87	315,87	283,20
T ₀	Testigo	283,20	304,98	315,87

Tabla 29. Evaluación del número de larvas de *C. foraseminis* por efecto de tres parasitoides Trichogrammatidae (6 de diciembre del 2018)

Clave	Tratamiento	Repeticiones		
		I	II	III
T ₁	<i>Trichogramma pretiosum</i>	1,9	1,6	1,9
T ₂	<i>Trichogramma pintoi</i>	1,7	1,9	1,4
T ₃	<i>Trichogramma galloi</i>	1,8	2,0	1,7
T ₀	Testigo	1,7	1,7	1,7

Tabla 30. Evaluación del número de larvas de *C. foraseminis* por efecto de tres parasitoides Trichogrammatidae (20 de mayo del 2019).

Clave	Tratamiento	Repeticiones		
		I	II	III
T ₁	<i>Trichogramma pretiosum</i>	0,6	0,7	0,6
T ₂	<i>Trichogramma pintoi</i>	1,2	1,4	1,3
T ₃	<i>Trichogramma galloi</i>	0,8	0,9	0,9
T ₀	Testigo	1,1	1,0	1,0

Panel de fotografías



Figura 13. Envió a Tingo María de avispitas *Trichogramma* spp. por el SENASA – Lima en cajas de tecnoport.



Figura 14. Separación de los parasitoides (*Trichogramma pintoi*, *T. pretiosun* y *T. galloi*) para su liberación en las parcelas de cacao.



Figura 15. Trampas preparadas y listas con vasos descartables de plástico para ser utilizados en las liberaciones de *Trichogramma* spp.



Figura 16. Liberación de las avispitas *Trichogramma* spp. utilizando vasos descartables de plástico instalados en las parcelas de cacao



Figura 17. Etiqueta para *Trichogramma pintoi* liberada en las parcelas de cacao



Figura 18. Cosecha de frutos de cacao



Figura 19. Frutos sanos de cacao



Figura 20. Frutos partidos de cacao



Figura 21. Procesamiento de los frutos cosechados de cacao



Figura 22. Frutos de cacao atacados por *Carmenta foraseminis*



Figura 23. Frutos de cacao sin ataque de *Carmanta foraseminis*



Figura 24. Blgo. José L. Gil B., asesor de tesis, inspeccionando la instalación de los tratamientos en las parcelas de cacao.

"Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional"

GUIA DE REMISION N° 26 2018-MINAGRI-SENASA-SCB/ENT

DE: SUBDIRECCION DE CONTROL BIOLÓGICO
 A: ALEJANDRO FERNÁNDEZ FLORES

DESTINO: CTD TINGO MARÍA
 PORTADOR: AFE OPERADOR LOGISTICO
 N° Operación deposito: BN- 666337

FACT. / Bol. Venta: B-142

FECHA: 15/01/2018
 Se está remitiendo con el portador lo siguiente:

Cantidad	Unidad Medida	Descripción
75.0	Pulg	<i>T. pintoi</i>
75.0	Pulg	<i>T. galloi</i>
75.0	Pulg	<i>T. pretiosum</i>

NOTA: Queda pendiente de entrega 211 pulg de Trichogramma previa coordinación

Blg. Carmen Salcedo V.
 Especialista en Control Biológico
 Angela M. 7094

RECIBI CONFORME

Usuario

Figura 25. Guía de remisión Nro. 26, MINAGRI-SENASA-SCB/ENT, certificando en envío de las avispidas *Trichogramma pintoi*, *T. galloi* y *T. pretiosum*.