



**Universidad Estatal Península de Santa Elena**

**Facultad de Ciencias Agrarias**

**Carrera de Agropecuaria**

**EFICIENCIA DE *Trichogramma sp.* EN EL CONTROL DE *Spodoptera frugiperda* EN EL CULTIVO DE MAÍZ (*Zea mays*) VAR. O HÍBRIDO HÉRCULES EN SAN MARCOS, SANTA ELENA**

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

Previo a la obtención de título de:

**INGENIERO AGROPECUARIO**

**Autor:** Arturo David Beltrán Gómez

**La Libertad, 2021**



**Universidad Estatal Península de Santa Elena**

**Facultad de Ciencias Agrarias**

**Carrera de Agropecuaria**

**EFICIENCIA DE *Trichogramma* sp. EN EL CONTROL DE *Spodoptera*  
frugiperda EN EL CULTIVO DE MAÍZ (*Zea mays*) VAR. O HÍBRIDO  
HÉRCULES EN SAN MARCOS, SANTA ELENA**

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

Previo a la obtención de título de:

**INGENIERO AGROPECUARIO**

**Autor:** Arturo David Beltrán Gómez

**Tutora:** Ing. Agr. Nadia Rosaura Quevedo Pinos, Ph.D

**La Libertad, 2021**

## TRIBUNAL DE GRADO



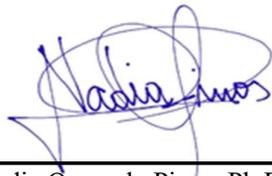
---

Ing. Ángel León Mejía, MSc.  
**DOCENTE DELEGADO**  
**DIRECTORA DE CARRERA**  
**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**



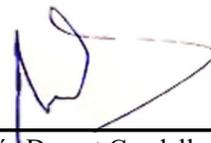
---

Blgo. Javier Soto Valenzuela, MSc.  
**PROFESOR/A ESPECIALISTA**  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



---

Ing. Nadia Quevedo Piños, Ph.D  
**PROFESOR/A TUTOR/A**  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



---

Ing. Andrés Drouet Candell, MSc.  
**PROFESOR GUÍA DE LA UIC**  
**SECRETARIO/A**

## **AGRADECIMIENTOS**

Primero a Dios por brindarme su amor y misericordia incondicional, permitiéndome avanzar y culminar esta etapa de mi vida.

A mis padres, Beltrán Villao Oscar y Gómez Soledispa Victoria por estar presente en cada etapa de mi vida, por sus consejos y aliento durante la ejecución de este proyecto.

A mi tía Gómez Soledispa Betty que es como mi segunda madre, me dado todo su apoyo y consejo durante toda mi formación académica y personal.

Al GAD de Ancón, al “Proyecto de cultivo hidropónico alternativa para el cambio de la matriz productiva en la provincia de Santa Elena” dirigido por Dra. Rosa Pertierra y al proyecto realizado en la comuna San Marcos dirigido por los Ing. Ena Cumanicho e Ing. Julio Villacrés por haberme permitido realizar mis practicas pre-profesionales y vinculación en cada uno de sus departamentos, compartiendo su conocimiento hacia mi.

A la empresa BIOSEDINSA.S. A y a su gerente el Ing. Fermín Fuente Sandoval por haberme instruido en la producción y manejo de agente entomófagos, durante la realización de este proyecto.

A Carlos Ramírez, Jeniffer Ricardo, Steeven Mendoza y Gustavo Rodríguez por apoyarme siempre y en especial a Nathaly Pozo, Diana Martínez, Gabriela Pozo y Luis Álava por hacer de esta etapa la mejor de mi vida.

A la institución y a los docentes que impartieron sus conocimientos y experiencias, para formarme y convertirme en un profesional de excelencia.

A mi tutora Ing. Agr. Nadia Quevedo por ser quien me brindó su apoyo y sus constantes seguimientos para la culminación de este trabajo.

**Arturo David Beltrán Gómez.**

## **DEDICATORIA**

A mi Dios, por brindarme diariamente un espíritu de fortaleza y gratitud, para alcanzar mis objetivos.

A mis padres y familiares quienes me brindaron su apoyo incondicional en mi formación profesional, con sus consejos y motivación.

A mis hermanos Carlos Ramírez y Steeven Mendoza, ambos me han apoyado en las buenas y en las malas.

**Arturo David Beltrán Gómez**

## RESUMEN

El gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) es un lepidóptero que causa una gran pérdida económica ya que se alimenta de las hojas tiernas del cultivo, representado una pérdida del 45% al 65% en toda la provincia de Santa Elena. Por la cual se plantea el uso del parasitoide *Trichogramma sp.* en dos concentraciones una estándar (100.000 ind/ha<sup>-1</sup>) y una doble (200.000 ind/ha<sup>-1</sup>), acompañado de tres tiempos de liberación: Liberación temprana a las 30 después de la germinación (DDG), liberación semi-tardía (45 DDG) y liberación tardía (60 DDG). Razón por la cual, el objetivo de la investigación fue: Evaluar la eficacia del *Trichogramma sp.*, en el control de *Spodoptera frugiperda* en el maíz.

El trabajo se realizó en la comuna San Marcos de la parroquia Colonche y los parasitoides fueron obtenidos en BIOSEDINSA.S.A. Entre las variables se consideraron: Porcentaje de plantas afectada (PPA), grado de afectación por cogollero (GAC) y masa de huevos parasitado (MHP). Los tratamientos fueron analizados a través de un DBCA con un arreglo factorial 2\*3, utilizando como prueba significancia el test de Turkey al 5% de probabilidad. Los resultados muestran que el tiempo de liberación afecta directamente a las variables PPA y GAC. Mientras que la variable MHP se relaciona con el tiempo de liberación y tipo de concentración. En las tres variables estudiadas siempre sobresale la liberación temprana y el efecto se intensifica cuando se acompaña de mayores concentraciones

**Palabras clave:** *Spodoptera frugiperda*, *Trichogramma*, tiempo de liberación, concentraciones, nivel de daño *Spodoptera frugiperda*

## ABSTRACT

The budworm (*Spodoptera frugiperda*) is a lepidopteran that causes a great economic loss since it feeds on the tender leaves of the crop. Represented a loss of 45% to 65% throughout the province of Santa Elena. By which the use of the parasitoid *Trichogramma sp.* is proposed in two concentrations one standard (100,000 IND/ha<sup>-1</sup>) and one double (200,000 ind/ha<sup>-1</sup>), accompanied by three release times: Early release at 30 after germination (DDG), semi-late release (45 DDG) and Late release (60 DDG). Therefore, the aim of the research was to evaluate the efficacy of *Trichogramma sp.*, in the control of *Spodoptera frugiperda* in corn.

The work was carried out in the San Marco commune of the Colonche Parish and the parasitoids were obtained in BIOSEDINSA.S. A. among the variables were considered: percentage of plants affected (PPA), degree of involvement by cogollero (GAC) and mass of eggs parasitized (MHP). The treatments were analyzed through a DBCA with a factorial arrangement 2\*3, using as a significance test the turkey test at 5% probability. The results show that the release time directly affects the PPA and GAC variables. While the variable MHP is related to the release time and type of concentration. In the three variables studied, early release always stands out and the effect is intensified when accompanied by higher concentrations

**Keyword:** *Spodoptera frugiperda*, *Trichogramma*, release time, concentrations, damage level *Spodoptera frugiperda*

"El contenido del presente Trabajo de Graduación es de mi responsabilidad; el patrimonio intelectual del mismo pertenece a la Universidad Estatal Península de Santa Elena".



---

Arturo Beltrán Gómez,

## ÍNDICE

<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO 1.- REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>4</b>
1.1. Generalidades generales de la familia <i>Trichogrammatidae</i> .....	4
1.1.1. Descripción de los estados de desarrollo .....	4
1.1.2. Características morfológicas de <i>Trichogramma</i> sp. ....	4
1.1.3. Ciclo biológico de <i>Trichogramma</i> sp. ....	5
1.1.4. Hábitos predatorios de <i>Trichogramma</i> sp.....	6
1.1.5. Estrategia de ataque de <i>Trichogramma</i> sp.....	8
1.1.6. Producción de <i>Trichogramma</i> sp., en Centros de reproducción de Entomófagos y Entopatógenos (CREE) en la región. ....	10
1.1.7. Experiencia del uso de <i>Trichogramma</i> sp. como control biológico ....	12
1.1.8. Métodos de evaluación de la eficiencia de <i>Trichogramma</i> sp.....	14
1.2. Importancia del maíz duro .....	15
1.2.1. El cultivo de maíz duro en el Ecuador .....	15
1.2.2. Afectación por plagas al cultivo de maíz.....	17
1.3. <i>S. frugiperda</i> sobre el cultivo de maíz .....	23
1.3.1. Pérdidas ocasionadas por <i>S. frugiperda</i> .....	23
1.3.2. Monitoreo.....	24
1.3.3. Métodos de control .....	26
<b>CAPÍTULO 2.- MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>29</b>
2.1. Ubicación del lugar de estudio .....	29
2.2. Características edafoclimáticas del área de estudio .....	29
2.3. Material y equipo .....	30
2.3.1. Material biológico.....	30
2.3.2. Material de campo .....	31

2.4.	Tratamiento y diseño experimental.....	31
2.4.1.	Tratamiento .....	31
2.4.2.	Análisis estadístico de los resultados.....	32
2.4.3.	Delineamiento experimental .....	33
2.5.	Metodología .....	35
2.5.1.	Establecimiento y manejo de cultivo de maíz .....	35
2.5.2.	Manejo del experimento .....	36
2.5.3.	Liberación de <i>Trichogramma sp.</i> .....	38
2.6.	Variables experimentales .....	39
2.6.1.	Incidencia.....	39
2.6.2.	Nivel de daño <i>Spodoptera frugiperda</i> (ND).....	39
2.6.3.	Grado de afectación del cogollo (GAC) .....	41
2.6.4.	Masa de huevecillos por planta evaluada (MH) .....	41
2.7.	Análisis estadísticos .....	42
<b>CAPÍTULO 3.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>		<b>43</b>
3.1.	Efecto de la concentración y los tiempos de liberación del parasitoides <i>Trichogramma sp.</i> como controlador biológico de <i>Spodoptera frugiperda</i> .....	43
3.2.	Porcentaje de planta afectada .....	44
3.3.	Grado de afectación por cogollero .....	46
3.4.	Masa de huevecillos por planta .....	48
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>		<b>51</b>
<b>Conclusiones .....</b>		<b>51</b>
<b>Recomendaciones .....</b>		<b>51</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA</b>		
<b>ANEXOS</b>		

## ÍNDICE DE TABLA

<b>Tabla 1.-</b> Uso de organismos entomófagos para el control de insectos plaga en diferentes países.....	10
<b>Tabla 2.-</b> Recomendaciones para la utilización de parasitoides de huevos de lepidópteros <i>Trichogramma sp.</i> ....	13
<b>Tabla 3.-</b> Producción de Maíz en el Ecuador (2018). ....	17
<b>Tabla 4.-</b> Plagas del suelo en el cultivo de maíz. ....	18
<b>Tabla 5.-</b> Nivel de daño en el maíz ocasionado por <i>Spodoptera frugiperda.</i> ....	25
<b>Tabla 6.-</b> Nivel de decisión para el manejo de plagas en el cultivo de maíz. ....	26
<b>Tabla 7.-</b> Ficha técnica de maíz Hércules. ....	30
<b>Tabla 8.-</b> Codificación de los tratamientos establecidos para la evaluación del efecto de dos concentraciones de <i>Trichogramma sp.</i> en dos tiempos de liberación. ....	32
<b>Tabla 9.-</b> Fuente de variación y grado de libertad del experimento.....	32
<b>Tabla 10.-</b> Fertilización usada en la comuna San Marcos. ....	35
<b>Tabla 11.-</b> Escala visual para la atribución de valores de 0-4 del nivel de daño de <i>S. frugiperda</i> en el cultivo de maíz (Daivis & William, 1989).....	40
<b>Tabla 12.-</b> Resumen del análisis de varianza para las variables porcentaje de plantas afectadas, grado de afectación del cogollero y masa de huevecillos evaluadas a los 0, 7 y 14 días después de la liberación del parasitoide <i>Trichogramma sp.</i> comuna San Marcos, Santa Elena 2019. ....	43

## ÍNDICE DE FIGURA

<b>Figura 1.-</b> Morfología del <i>Trichogramma sp.</i> , hembra (a la izquierda) y macho (a la derecha).....	5
<b>Figura 2.-</b> Ciclo biológico de <i>Trichogramma</i> .....	6
<b>Figura 3.-</b> Coloración oscura y orificios característicos de huevos parasitados por <i>Trichogramma</i> .....	7
<b>Figura 4.-</b> Ovoposición del <i>Trichogramma</i> en el huevo de la plaga. ....	7
<b>Figura 5.-</b> Evaluación e identificación de plaga dentro del cultivo. ....	9
<b>Figura 6.-</b> Vaso de icopor con cartucho en su interior.....	10
<b>Figura 7.-</b> Exportación de maíz a nivel mundial.....	15
<b>Figura 8.-</b> Variedades presentada en la parroquia San Lorenzo. ....	16
<b>Figura 9.-</b> Gusano cogollero o <i>S. frugiperda</i> . ....	18
<b>Figura 10.-</b> Trozador negro o <i>Lepidoptera noctuidae</i> .....	19
<b>Figura 11.-</b> Barrenador del tallo o <i>Diatraea sacharalis</i> . ....	20
<b>Figura 12.-</b> Grano de maíz afectado por picudo. ....	21
<b>Figura 13.-</b> Barrenillo de los granos. ....	21
<b>Figura 14.-</b> Gorgojos castaño de la harina. ....	22
<b>Figura 15.-</b> Ciclo biológico de <i>Spodoptera frugiperda</i> . ....	24
<b>Figura 16.-</b> Muestreo y monitoreo del gusano cogollero.....	25
<b>Figura 17.-</b> Ubicación geográfica de la comuna San Marcos. ....	29
<b>Figura 18.-</b> Presentación comercial del parasitoide <i>Trichogramma sp.</i> en forma de cartucho de una pulgada cuadrada. ....	31
<b>Figura 19.-</b> Distribución de los tratamientos en el área experimental de la comuna San Marcos, Santa Elena 2019. ....	34
<b>Figura 20.-</b> Cultivo de maíz Hércules a los 20 DDG, en la comuna San Marcos. ...	35
<b>Figura 21.-</b> Esquema del experimento realizado para la evaluación de los tratamientos con dos concentraciones del parasitoide <i>Trichogramma sp.</i> (100.000 y 200.000 individuos ha <sup>-1</sup> ), en tres tiempos de liberación después de la germinación de las plantas (30, 45 y 60 DDG) en el cultivo de maíz ( <i>Zea mays</i> ) en la comuna San Marcos. Las evaluaciones fueron realizadas a los 0, 7 y 14 días después de liberar los parasitoides (DDL).....	37

<b>Figura 22.-</b> Ubicación de los cartuchos conteniendo huevos de <i>Trichogramma sp.</i> en la lígula de la planta de maíz. ....	37
<b>Figura 23.-</b> Método de liberación de agentes entomófagos. ....	39
<b>Figura 24.-</b> Escala para determinar el número de huevos de <i>S. frugiperda</i> . ....	41
<b>Figura 25.-</b> Porcentaje de plantas de maíz afectadas por <i>S. frugiperda</i> bajo el efecto de dos concentraciones del parasitoide <i>Trichogramma sp.</i> (100.000 y 200.000 individuos ha <sup>-1</sup> ) en tres tiempos de liberación (30, 45 y 60 días) evaluados a los 0 (A), 7 (B) y 14 (C) días. Medias seguidas de las letras mayúscula iguales entre concentraciones y minúsculas entre tiempos de liberación no difieren estadísticamente entre sí por el test de Fisher ( $p < 0,05$ ). Las barras representan el error padrón de la muestra para 4 repeticiones. ....	45
<b>Figura 26.-</b> Grado de afectación del cogollo por <i>S. frugiperda</i> bajo el efecto de dos concentraciones del parasitoide <i>Trichogramma sp.</i> (100.000 y 200.000 individuos ha <sup>-1</sup> ) en tres tiempos de liberación (30, 45 y 60 días) evaluados a los 0 (A), 7 (B) y 14 (C) días. Medias seguidas de las letras mayúscula iguales entre concentraciones y minúsculas entre tiempos de liberación no difieren estadísticamente entre sí por el test de Fisher ( $p < 0,05$ ). Las barras representan el error padrón de la muestra para para 4 repeticiones. ....	47
<b>Figura 27.-</b> Masa de huevecillos por <i>S. frugiperda</i> bajo el efecto de dos concentraciones del parasitoide <i>Trichogramma sp.</i> (100.000 y 200.000 individuos ha <sup>-1</sup> ) en tres tiempos de liberación (30, 45 y 60 días) evaluados a los 0 (A), 7 (B) y 14 (C). Medias seguidas de las letras mayúscula iguales entre concentraciones y minúsculas entre tiempos de liberación no difieren estadísticamente entre sí por el test de Fisher ( $p < 0,05$ ). Las barras representan el error padrón de la muestra para para 4 repeticiones. ....	49

## ÍNDICE DE ANEXO

**Tabla 1 A.-** Datos promedio del *Spodoptera frugiperda* bajo el efecto de dos concentraciones y tres tiempos de liberación.

**Tabla 2 A.-** Resumen de la variable PPA (Medias LS) - Concentración\*Tiempo Liberación.

**Tabla 3 A.-** Resumen de la variable GAC (Medias LS) - Concentración\*Tiempo Liberación.

**Tabla 4 A.-** Resumen de la variable MHP (Medias LS) - Concentración\*Tiempo Liberación.

**Figura 1 A.-** Finca del señor Moisés Gonzabay.

**Figura 2 A.-** Cultivo de maíz a los 25 días.

**Figura 3 A.-** Tomas de coordenada de la finca.

**Figura 4 A.-** Delimitación de las unidades experimentales.

**Figura 5 A.-** Factor climático que llega afectar la liberación del entomófago.

**Figura 6 A.-** Evaluación y aplicación de agentes entomófagos.

**Figura 7 A.-** Planta afecta por *S. frugiperda*.

**Figura 8 A.-** Galería foliar causada por el gusano cogollero.

**Figura 9 A.-** Grado 2 de afectación del cogollo.

**Figura 10 A.-** Grado 4 de afectación del *S. frugiperda*.

**Figura 11 A.-** Observación de *Trichogramma sp.* en el cultivo.

**Figura 12 A.-** Observación de adultos de *S. frugiperda*.

## INTRODUCCIÓN

Una de las principales fuentes de alimento e ingresos de los pequeños y medianos agricultores son los cereales (arroz, maíz, trigo, centeno, avena, etc). Estos cultivos se ven afectados por Lepidópteros, representado estos una gran pérdida económica para los agricultores. Por esto se plantea la siguiente investigación “Eficiencia de *Trichogramma sp.* en el control de *Spodoptera frugiperda* en el cultivo de maíz en San Marcos, Santa Elena”.

La característica principal de este tipo de plaga, es la gran voracidad que posee, ya que se presenta en los primeros estadios del cultivo, siendo sus larvas la más voraces, además se presenta en época seca. Por esta característica la provincia de Santa Elena es una de más ataca con este tipo de plaga.

Para analizar esta problemática es necesario mencionar que el *S. frugiperda* también conocida como “gusano cogollero”, “gusano trozador” o “palomilla del maíz” provoca una raspadura en el follaje tierno, con presencia de pequeñas galerías en las hojas, las cuales le permitirá acceder al cogollo de la planta. La FAO (2012), manifiesta que en los primeros días en que se presenta la plaga dentro del cultivo, es fácil reconocerlo, debido que se observa una especie de aserrín siendo este el excremento que deja la larva a su paso, provocando un gran daño en su estado larval, hasta llegar así a su madurez en donde se desplazara a la inflorescencia del cultivo.

La investigación de esta problemática se la realiza para conocer la eficacia del *Trichogramma sp.* ante el control de esta plaga, debido que en la actualidad es muy común utilizar productos químicos por su rápida acción y buena efectividad. Pero el uso indiscriminado de los insecticidas químico provoca una contaminación ambiental, resistencia de la plaga y un alto costo de producción.

Por otra parte, el *S. frugiperda* llega a atacar los siguientes cultivos: maíz, sorgo, algodón, soya, girasol, caña de azúcar, pasto, hortalizas y frutas. Por esto González-Cortés et al. (2016), propone realizar un manejo integrado de plagas, mediante el uso de agentes entomófagos, por ser una alternativa de bajo impacto ambiental, evitando así los problemas de toxicidad del suelo y la adaptabilidad del insecto plaga a los

productos químicos. Siendo este el interés académico, por este motivo se propone la utilización de esta tecnología amigable al ambiente.

Las provincias de mayor producción de maíz a nivel nacional son Guayas y Pichincha (Banco Central del Ecuador, 2020). Por otra parte, en la provincia de Santa Elena la mayoría de los pequeños y medianos productores se dedican a la producción de maíz. Por esto Agrocaldad (2017), manifiesta que el problema de San Marcos, no es la escasez de agua, sino el índice de severidad causada por el gusano cogollero que estadísticamente afectó un 30% de la producción que se da en la comuna.

Por esto, se aplicó el uso de un agente biológico como *Trichogramma sp.*, que es uno de los entomófagos con mayor eficacia para el control de Lepidópteros, debido a que su estado larvario parasitario se desarrolla dentro de los huevos del insecto plaga. Por eso se aplicaron dos concentraciones diferentes en tres tiempos de liberación después de su germinación, coincidiendo así con los tres estados fenológicos del cultivo. Debido a los resultados satisfactorios, esta tecnología se pondrá a disposición de los productores como una alternativa amigable al ambiente y de bajo costo.

### **Problema científico**

¿Es posible controlar al *Spodoptera frugiperda* en el cultivo de maíz, con la aplicación de *Trichogramma sp.* en la comuna San Marcos, provincia de Santa Elena?

### **Objetivo general**

Evaluar la eficiencia de *Trichogramma sp.*, en el control de *Spodoptera frugiperda* en el maíz en San Marcos, Santa Elena.

### **Objetivo específico**

- ❖ Evaluar los efectos de las concentraciones y tiempos de liberación de *Trichogramma sp.* sobre *S. frugiperda*.
- ❖ Definir el tiempo óptimo para la liberación de *Trichogramma sp.*, en el cultivo de maíz para el control de *S. frugiperda*.
- ❖ Determinar las dosis óptimas de *Trichogramma sp.* para el control de *S. frugiperda*.

### **Hipótesis**

El uso de *Trichogramma sp.*, en el cultivo de maíz reduciría el daño ocasionado por el gusano cogollero en el cultivo de maíz en la comuna San Marcos, provincia de Santa Elena.

## **CAPÍTULO 1.- REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

### **1.1.Generalidades generales de la familia *Trichogrammatidae***

#### **1.1.1. Descripción de los estados de desarrollo**

Los parasitoides son insectos que viven a expensas de otros organismos, es decir que desde su estado larvario se desarrollan dentro del huésped, en donde se alimentará hasta matar al insecto plaga que combate. En sus dos últimos estadios no se alimenta de su hospedero, estos estadios son el estado de pupa y el estado adulto en donde se alimentará de agua y néctar. En el estado de adulto aparte de alimentarse buscara otro hospedero en donde depositará sus huevecillos, repitiendo así el ciclo anteriormente mencionado (Ríos-Casanova, 2011).

Rodríguez-Pérez & Beckage (2006), menciona que existen más de 30.000 especies de parasitoides, dentro de estas especies podemos encontrar dos grandes grupos. Los parasitoides PDV (virus simbiote u Polidnavirus) que depositan sus huevos en la larva del insecto plaga en donde se desarrollarán, alimentará y segregarán partículas virales ocasionadas así la muerte de su hospedero. El otro grupo son los que no poseen el PDV, en el cual encontramos a la familia *Trichogrammatidae* los cuales se caracterizan en depositar sus huevos dentro de los huevos del insecto plaga, en donde se desarrollarán y completarán todo su estado dentro del hospedero.

La familia *Trichogrammatidae*, perteneciente al orden de los *Hymenoptera*, es una de las microavispa más utilizadas para el control biológico, el uso de este parasitoide ha aumentado debido al alto índice de parasitismo que posee, además de tener un ciclo biológico corto y realizar la ovoposición dentro del huevo del hospedero. Los principales países en donde se realiza la crianza masiva de estos parasitoide son Norte América, Francia, Brasil y Venezuela (Morales et al., 2007).

#### **1.1.2. Características morfológicas de *Trichogramma* sp.**

Entre los insectos benéficos más importantes para el control de Lepidópteros se encuentra el *Trichogramma* sp. Su importancia radica en la facilidad con la que se reproduce masivamente y la facilidad de liberación en campo abierto. A parte de esto se caracteriza por es una microavispa de uno 0,5 a 0,8 mm de longitud, con marcas

parta en el dorso de fémures y metasoma oscura en el tercio apical. Los machos presentan una coloración más oscura; sus antenas, además de ser largas, delgadas y con vellosidades. Las hembras poseen un color más claro, junto a sus antenas cortas y grueso (Carballo, 2002).



**Figura 1.-** Morfología del *Trichogramma sp.*, hembra (a la izquierda) y macho (a la derecha).

**Fuente:** Basso & Grille, (2009).

Pinto et al (2010), señala que una de las principales características morfológica de las hembras de este género son sus dos modos de reproducción, que son:

**Modo de reproducción bisexual:** Las hembras llegan a ovopositar entre 20 a +120 huevos deuterotoquia (machos y hembras). Las hembras, en su primera ovoposición llegan a tener descendencia de solo machos.

**Modo de reproducción Unisexual:** En este caso se genera descendencia de hembras, de manera inducida por una bacteria perteneciente al género *Wolbachi* o de manera genética dentro del laboratorio.

### 1.1.3. Ciclo biológico de *Trichogramma sp.*

Morales et al. (2007), manifiesta que bajo condiciones de laboratorio se estudiaron los siguientes parasitoides: *Trichogramma atopovirilia*, *T. oatman* y *T. platner*. Demostrando que los huevos de este parasitoide tienen un tiempo de eclosión de 0 a 24 horas dentro del hospedero, teniendo una alta progenie de 58%, en el cuarto día el

porcentaje aumenta hasta un 91%. En este experimento se demostró que el promedio de desarrollo de huevo a adulto es de 8 a 9,5 días, a la vez se observó que las hembras tienen una longevidad mayor que los machos teniendo una diferencia de 3 a 7 días.

*Trichogramma sp.*, es un parasitoide de ciclo corto. En las primeras 24 hora de haberse realizado la ovoposición estos eclosionaran dentro de su hospedero, pasando así ser una larva en donde permanecerá en ese estado por 5 días en donde se alimentara, pasando así a un estado de pupa por 2 días, después pasara a su ultimo estado en donde saldrá de su hospedero (Bertorelli & Rengifo 2008).



**Figura 2.-** Ciclo biológico de *Trichogramma*.

**Fuente:** INTAGRI, (2013).

#### **1.1.4. Hábitos predatorios de *Trichogramma sp.***

La hembra del género *Trichogramma* se encarga de parasitar los huevos de sus hospederos. Los cuales después de 2 a 4 días de ser parasitados, los huevos comenzaran a tener una tonalidad oscura casi negra, en donde se comenzará a desarrollar hasta ser un adulto en el octavo día, en donde dejará unos orificios muy característicos en el corión. Continuando así su actividad de parasitismo con otros huevos de la plaga (Arias-Morales et al. 2004).



**Figura 3.-** Coloración oscura y orificios característicos de huevos parasitados por *Trichogramma*.

**Fuente:** Arias-Morales et al, (2004).

La hembra de esta especie realiza la ovoposición dentro del huevo del insecto plaga, de tal manera que todo su desarrollo se realiza dentro del huevo. La fertilidad de la hembra dependerá del suministro de alimento, la temperatura ambiental. Considerando que la hembra es fértil cuando llega a ovopositar de 30 a +120 huevos (Casmuz et al. 2010).



**Figura 4.-** Ovoposición del *Trichogramma* en el huevo de la plaga.

**Fuente:** Casmuz et al, (2010).

### 1.1.5. Estrategia de ataque de *Trichogramma* sp.

Cruz & Monteiro (2004), manifiesta en su comunicado técnico que para tener un mejor resultado al momento de liberar este tipo de parasitoide, se deben tomar en cuenta los siguientes puntos:

- ❖ Los agentes entomófagos presentan un desarrollo fototrópico positivo, es decir que su máxima actividad la realiza en el día.
- ❖ La eficiencia se verá afectada por las condiciones climáticas del lugar. Estudios realizados han dado como resultado que si la velocidad del viento supera los 3,6 m/seg influenciara de manera significativa a la tasa de dispersión de las hembras.
- ❖ La tasa de dispersión también se verá afectada por temperaturas inferiores a 20 ° C, esta temperatura reducirá la dispersión y mortalidad de los machos que son sensible a los cambios drásticos de temperatura.
- ❖ Para mayor eficiencia, es necesario reducir el uso de insecticidas químicos o si se llega a aplicar es necesario esperar de 3 a 4 días después de la aplicación química.

El momento ideal para realizar una liberación de agentes entomófagos, es cuándo se observa las primeras ovoposiciones o adultos de la plaga dentro del campo. Cuando se logra identificar que la plaga está presente dentro del campo, se realizan las primeras liberaciones con una frecuencia semanal y dependiendo del comportamiento de la plaga se decidirá el intervalo de tiempo y dosificación óptima para el cultivo. Para esto es muy necesario realizar las debidas evaluaciones antes y después de las primeras aplicaciones para así saber el comportamiento de insecto plaga con el entomófago. Por lo general siempre se comienza con la dosis estándar que es de 100.000 individuos por hectárea pero esta se ve modificada según su comportamiento (Cruz & Monteiro 2004).



**Figura 5.-** Evaluación e identificación de plaga dentro del cultivo.  
**Fuente:** El autor.

Gerding-P. & Torres-P. (2001), señala que la liberación de los parasitoides se realiza de manera inundativa con intervalos de tiempo de 7 a 10 días entre cada liberación, los métodos existentes son por medio de tarjetas con huevos adheridos (cartuchos) y por dispensadores con protectores contra depredadores. Para determinar el momento apropiado y la dosis ideal para la liberación es necesario reconocer:

**Hospedero:** A mayor número de lepidópteros dentro del cultivo la eficiencia será menor. Por ende, la dosis de liberación debe ser proporcional a la densidad de los hospederos.

**Medio ambiente:** Los cambios climáticos bruscos, como las bajas temperaturas, velocidad de viento, lluvia y la humedad relativa pueden provocar la mortalidad de los parasitoides.

**Alimento:** Estudios realizados han demostrado que la presencia de alimento aumenta la longevidad y fecundidad de las hembras, permitiendo así su rápida proliferación.

**Cantidad de insectos liberados y puntos de liberación:** El desplazamiento habitual del *Trichogramma* sp., alcanza pocos metros, pero aumenta considerablemente con la velocidad del viento, por ende, se deben realizar las liberaciones en lugares estratégicos para que puedan alcanzar fácilmente los lugares donde se encuentran los huevos de la plaga.

**Época y número de liberación:** Para esto es necesario saber el ciclo biológico de la plaga y el comportamiento que tenga dentro del cultivo, para así determinar el momento y dosis ideal para la liberación.



**Figura 6.-** Vaso de icopor con cartucho en su interior.  
**Fuente:** Gerding P & Torres p, (2001).

#### 1.1.6. Producción de *Trichogramma sp.*, en Centros de reproducción de Entomófagos y Entopatógenos (CREE) en la región.

En la tabla 1 se muestran los principales estudios relacionados con el control biológico de insectos plaga en países como: Cuba, Brasil, Colombia, México, Ecuador, Perú y España. Destacándose Cuba por ser el primero en realizar diversos estudios de organismos entomófagos. En los últimos años también han destacado los países de Colombia y Brasil quienes están realizando investigaciones con parasitoides nativos y poco conocido a nivel mundial.

**Tabla 1.-** Uso de organismos entomófagos para el control de insectos plaga en diferentes países.

País	Organismo entomófago	Insecto plaga que controla	Efectos reportados	Autor
Cuba	<i>Trichogramma spp.</i>	Primavera de la yuca ( <i>Erinnys ello</i> )	Aumento del rendimiento del cultivo.	Villalón (2007)
		Cogollero del tabaco ( <i>Helicoverpa armigera</i> )		

		Polilla de la col ( <i>Plutella xylostella</i> L.)		
	<i>Lixophaga diatraeae</i> ( <i>Towsend</i> )	Bórer de la caña ( <i>Diatraea saccharalis</i> )	Reduce en un 60 a 80% el corazón de la caña.	
Brasil	<i>Doryctobracon areolatus</i>	Mosca de la fruta ( <i>Ceratitis capitata</i> )	Las 4 especies nativa, logran controlar <i>C. capitata</i> , cada una se destaca de la otra según la región en que se realice la liberación.	Araujo et al. (2015)
	<i>Opius bellus</i> <i>Gahan</i>			
	<i>Utetes anastrephae</i>			
	<i>Tetrastichus giffardianus</i> <i>Silvestri</i>			
Colombia	<i>Closterocerus coffeellae</i>	Minador de la hoja del café ( <i>Leucoptera coffeella</i> )	El nivel de daño no supera el nivel de daño económico y el parasitismo es de un 58 a 89%.	Rueda Gonzalo et al. (2016)
	<i>Closterocerus lividus</i>			
	<i>Zagrammosoma multilineatum</i>			
	<i>Pnigalio sarasolai</i>			
	<i>Horismenus sp.</i>			
	<i>Horismenus n. sp.</i>			
	<i>Apleurotropis n.</i>			
México	<i>Lysiphlebus testaceipes</i>	Pulgón amarillo del sorgo ( <i>Melanaphis sacchari</i> )	Alto índice de momificación del <i>M. sacchari</i> y <i>S. graminum</i> .	Rodríguez Vélez et al. (2019)
	<i>Pachyneuron aphidis</i>	Pulgón verde del sorgo ( <i>Schizaphis graminum</i> )		
	<i>Chrysoperla carnea s.</i>	Psílido asiático de los cítricos ( <i>Diaphorina citri</i> )	Parasitoides eficaz debido a su gran voracidad en las 24h desde su liberación.	Cortez Mondaca et al. (2016)
Ecuador	<i>Podisus spp.</i>	Gusano cogollero ( <i>Spodoptera frugiperda</i> )	Reduce la población de larvas de <i>S. frugiperda</i> .	Navarrete et al. (2016)
Perú	<i>Cotesia flavipes</i> <i>Cameron</i> ( <i>Braconidae</i> )	Barrenador del tallo ( <i>Diatraea saccharalis</i> <i>Fabricius</i> )	Debido a su corto ciclo de desarrollo, reproducción y su alimentación voraz	Astola Mariscal & Narrea Cango (2019)

			es ideal para el control del insecto plaga.	
España	<i>Chrysoperla agilis</i>	Prays o polilla del olivo ( <i>Prays oleae</i> )	Recuperación del fruto en un 35%.	Civantos Ruiz et al. (2017)

Rodríguez et al (2014), indican que este tipo de parasitoide es una de las eficaces para el control de lepidópteros (*Diatraea saccharalis*, *Mocis latipes* y *Spodoptera frugiperda*), debido a su rápida propagación en el campo y máxima producción dentro del laboratorio. Por eso a partir de la década de los 80 se comenzaron a ser trabajo investigativo en el CREE situados en cuba, donde se realizaron estudios sistemático, biológico y reproductivo de esta especie. Dando como resultado cinco parámetros esenciales para el control de calidad para producción de estos entomófagos los cuales son:

Porcentaje de parasitismo sobre hospedero artificial, porcentaje de nacimiento, cantidad de individuos enfermos, tiempo de vida en días e índice sexual.

#### **1.1.7. Experiencia del uso de *Trichogramma* sp. como control biológico**

Marta-Guzmán et al, (2013), manifiesta que la incidencia de insectos plagas y roedores causan una gran pérdida anual en Cuba, desde el 2006 hasta el 2013 hubo un crecimiento del 30% de pérdida durante el almacenamiento. Para combatir este problema se realizó un experimento en donde se simulo un ambiente generado en las bodegas. Donde se liberaron tres dosificaciones de 100, 300 y 400 ind/m<sup>3</sup>. Después de 24h se determinó que la dosis más eficaz fue el 400 ind/m<sup>3</sup> teniendo un porcentaje de 64,3%.

Villalón (2007), señala que, así como existan insectos perjudiciales, también existe insectos benéficos que los controlan, por esto uno de los principales país que lleva un óptimo control de los parasitoide estableció diversos indicadores y dosis para el control de ciertos tipos de plagas.

**Tabla 2.-** Recomendaciones para la utilización de parasitoides de huevos de lepidópteros *Trichogramma sp.*

Plaga	Cultivo	Dosis (individuos/ha <sup>-1</sup> )	Indicador para decisiones
Primavera de la yuca ( <i>Erinnys ello</i> )	Yuca	8 000	2 huevos cada 4 plantas
		15 000	3 huevos cada 4 plantas
		25 000	1 huevo/planta
		30 000 o más	1 huevo/planta
Falso medidor ( <i>Mocis latipes</i> )	Pasto	5 000 – 30 000	Según programa de manejo
Polilla de la col ( <i>Plutella xylostella</i> )	Crucíferas	50 000	Presencia de la plaga
		100 000	0,5 larva/planta
		500 000	1 larva/planta
Gusano de la col o Falso medidor de la col ( <i>Trichoplusia ni</i> )	Crucíferas	15 000 – 50 000	Presencia de huevos
Gusano de las cucurbitáceas	Cucurbitáceas	30 000 – 100 000	Presencia de adultos y de huevos
Bórer de la caña de azúcar ( <i>Diatraea saccharalis</i> )	Maíz y caña	30 000	Presencia de huevos o adultos
Cogollero del tabaco ( <i>Helicoverpa armigera</i> )	Tabaco	30 000 – 100 000	Presencia de huevos o adultos

**Fuente:** Villalón, (2007)

Rodríguez et al (2014), manifiesta que dentro del CREE en Cuba. Se llevó a cabo un experimento, en donde se simularon diversos tipos de condiciones que se llegan a presentar en el campo durante una liberación. Destacando así, cinco parámetros esenciales:

**Porcentaje de parasitismo sobre hospedero artificial:** En este parámetro usaron huevos de *Corcyra cephalonia*. En donde se aprecia que el índice poblacional y el comportamiento del insecto plaga influirá en el parasitismo del entomófago.

**Porcentaje de nacimiento:** Dentro de laboratorio los parasitoides se sometieron a diversas temperaturas (25 a 35°C), en donde se aprecia la influencia de este con la eclosión de los huevos de *Trichogramma*.

**Cantidad de individuos enfermos:** En este parámetro la temperatura juega un papel importante. Debido que, si existe una temperatura  $\geq 35^{\circ}\text{C}$  durante el periodo de incubación del parasitoide, estos presentaran algún tipo de malformación.

**Tiempo de vida en días:** El tiempo de vida depende de la alimentación y temperatura. En el caso del macho logran sobrevivir sin alimento durante 3 a 4 días y no soportan temperatura menores a los 23°C. Las hembras llegan a vivir de 5 a 6 días sin alimento y no tolera una temperatura  $\geq 35^{\circ}\text{C}$ .

**Índice sexual:** Este parámetro se ve influenciado por la temperatura, ya que los machos mueren cuando existe una temperatura de 23°C. En cambio, la hembra reduce su actividad reproductiva a los  $\geq 30^{\circ}\text{C}$ .

#### **1.1.8. Métodos de evaluación de la eficiencia de *Trichogramma sp.***

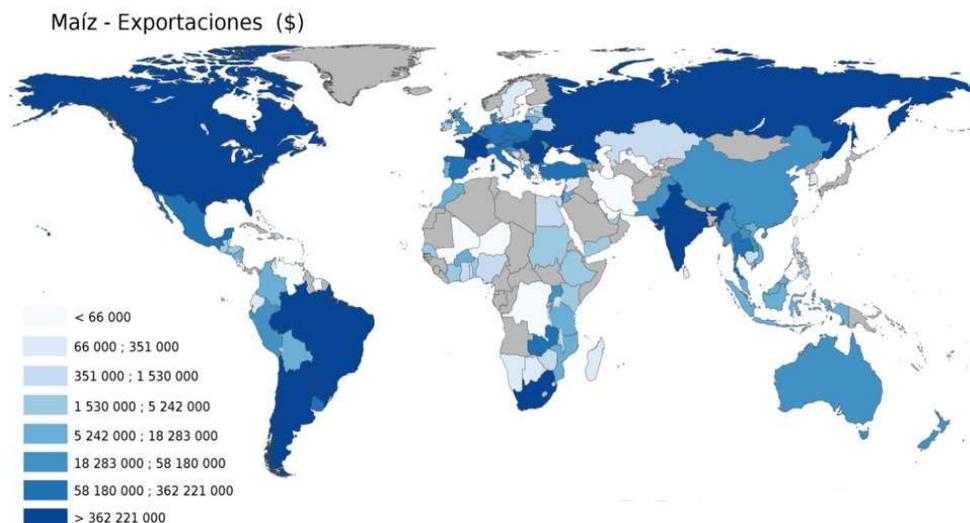
Para comprender la eficiencia del parasitoide dentro del cultivo se lo debe evaluar con testigo (un área sin parasitoides) y el área donde se aplicará el entomófago. Una semana después de haber realizado la liberación se compara el testigo y el área tratada, en donde se compara la presencia del insecto plaga, el daño ocasionado y la masa de huevo parasitada dentro del cultivo (SAG, 2016).

Velásquez-F & Gerding-P (2006), manifiesta que las evaluaciones en campo abierto se realizan utilizando una goma arábica con 3.000 individuo aproximadamente, ubicado en una parte estratégica del cultivo. Una semana después se realiza un muestreo del lugar para poder observar la masa de huevos parasitado si poseen la coloración oscura significa que fueron parasitadas con éxito, aparte de esto se compara con un testigo que siempre se deja para el monitoreo del cultivo. Si existe un bajo índice de parasitismo se debe aumentar la dosis del entomófago y evaluar e identificar los factores que llegaron a afectar al parasitoide.

## 1.2.Importancia del maíz duro

### 1.2.1. El cultivo de maíz duro en el Ecuador

Parsons (2008) argumenta que las gramíneas son las más cultivadas en Sudáfrica, Rusia, Italia, Portugal, Francia y Egipto. Dentro de esta familia la más comercial es el maíz, superando a las diversas producciones agrícolas que se da a nivel mundial. El aumento del uso del maíz como alimento básico se debe a su mayor rendimiento por hectárea en comparación al trigo centeno y cebada. Además, gracias a su bajo precio, se considera el alimento principal, la fuente central de energía, proteína para la gente de escasos recurso, especialmente en las zonas rurales y sectores menos favorables.



**Figura 7.-** Exportación de maíz a nivel mundial.

**Fuente:** FAO, (2012).

El maíz junto al trigo y el arroz, son los cereales más importantes del mundo, los cuales suministran elementos nutritivos a los seres vivos y a los animales, siendo la materia prima básica de la industria de transformación, con la que se producen almidón aceite, proteínas, bebidas alcohólicas, edulcorantes y desde hace poco tiempo combustible (Deras Flores 2014).

MAG (2018) manifiesta, que el maíz duro seco está establecido en la región costera del país. El Banco Central del Ecuador en el 2020 manifestó que las provincias con mayor producción son: Guayas (26,7%) y Pichincha (26,6%).

MAG (2015), se llevó a cabo el primer festival gastronómico del maíz. En la provincia de Bolívar, específicamente la parroquia San Lorenzo la cual se caracteriza por tener 36 mil hectáreas dedica al cultivo de maíz. Este festival se llevó a cabo por el MAG junto al aval y respaldo del Ministerio de turismo (MINTUR). En este festival se presentaron las siguientes variedades: INIAP-176, INIAP-122, INIAP-101, INIAP-124, INIAP-192, las cuales se caracterizan por tener un 1% de impureza y 5% a 13% de humedad. Estas variedades fueron realizadas por el INIAP junto a la Cooperativa de Producción Agropecuaria Simón Lorenzo (COPROSIL).



**Figura 8.-** Variedades presentada en la parroquia San Lorenzo.  
**Fuente:** MAG, (2015).

En la provincia de Santa Elena se llevó a cabo el Proyecto Integral para el Desarrollo Agrícola, Ambiental y Social de Forma Sostenible del Ecuador (PIDAASSE), cuyo objetivo es ayudar e intercambiar conocimientos, técnicas y tecnologías en el manejo de cultivos. Para este proyecto se implementó la construcción de un reservorio que abastecerá a más de 60 hectáreas de la comunidad de colonche, ayudando así a la producción agrícola y pecuaria de la zona (MAG 2012).

El proyecto PIDAASSE realizó la prueba de tres variedades de maíz duro de alto rendimiento en la comuna Zapotal, provincia de Santa Elena. Las cuales fueron: AGRI-104 y AGRI-201 por parte de PIDAASSE y la variedad Lojanito por parte de INIAP destacando esta última como la mejor de las tres variedades evaluadas (MAG 2013).

MAG (2018b), se llevó a cabo la siembra de 200 hectáreas de maíz, junto a la instalación de un sistema de riego de 182 ha en la parroquia Colonche, el cual beneficio de manera directa e indirecta a 1.146 agricultores de la zona. Este proyecto fue el primero en enfocarse en la agricultura sostenible y en la utilización de controladores biológicos, promoviendo así a la creación de empresa de pequeños y medianos agricultores; a la vez el fortalecimiento de canales de comercialización de la parroquia.

Mendoza (2018), manifiesta que en la Provincia de Santa Elena se cosecho aproximadamente 3.390 hectárea de maíz, obteniendo un rendimiento de 12.306 toneladas cosechadas cuya cantidad representa al 1% a escala nacional, ese mismo año el país se cosecho 365.334 hectárea de maíz, teniendo un rendimiento promedio a nivel nacional de 3,63 toneladas por hectárea cultivada, (FAO 2018).

**Tabla 3.-** Producción de Maíz en el Ecuador (2018).

Ámbito	Código área/área	Código elemental	Elemento	Código producto/producto	Unidad	Valor
Cultivo	58 Ecuador	5 312	Área cosechada		Ha	365.334
		5 419	Rendimiento	56 Maíz	T/ha	3,63
		5 510	Producción		T	1.324.147

**Fuente:** Base de dato FAOSTAT.

### 1.2.2. Afectación por plagas al cultivo de maíz

Deras-Flores & Flor de Serrano (2018), mencionan que al momento de realizar la siembra de cualquier tipo de cultivo sea de ciclo corto o anual, el cultivo estará expuesto a diversas condiciones climáticas que posee la zona (tipo de suelo, control de maleza, clima), además de estar expuesto a diversos tipos de ataques de agente patógenos o plagas. Por esta razón, la afectación por plagas se llega a clasificar de la siguiente manera: Ataque en el suelo, ataque foliar y ataque post cosecha.

#### A) Insecto plaga del suelo (ataque en el suelo):

Deras-Flores & Flor de Serrano (2018), indican que este tipo de ataque es poco común en el cultivo de maíz, pero son las más comunes dentro de las Gramíneas. Una vez que se presenta dentro del cultivo del maíz, representar una gran pérdida económica para el agricultor.

**Tabla 4.-** Plagas del suelo en el cultivo de maíz.

Nombre común	Nombre científico	Daño
Gallina ciega chorontoco	<i>Phyllophaga spp.</i>	Se alimenta de las raíces y base del tallo por lo que causan la marchitez y muerte de la planta.
Oruga	<i>Anómala spp.</i>	
Gusano de alambre	<i>Melanotus sp.</i>	
	<i>Aeolus sp.</i>	
Gusanos cortadores	<i>Agrotis sp.</i>	Daña el grano próximo a germinar, las raíces de las plántulas se doblan y mueren.
	<i>Blapstinus sp.</i>	
Piojo de zope	<i>Ulus sp.</i>	
	<i>Epitragus sp.</i>	

**Fuente:** Deras-Flores & Flor de Serrano, (2018).

### **B) Ataque de plaga foliares:**

El cultivo de maíz es muy susceptible al ataque de plaga del tipo foliar entre estas encontramos a las siguientes plagas:

#### **❖ Gusano cogollero (*S. frugiperda*):**

*S. frugiperda* es una de las plagas de mayor importancia económica a nivel nacional, también es conocido como el gusano tierrero, gusano trazador, este nombre lo tiene debido a que este se alimenta de las hojas tiernas hasta llegar al tallo de la planta, el daño más crítico se da en los primeros estadio de la plaga, su aparición dentro del cultivo se da en los 15 días de la siembra (Casmuz et al. 2010).



**Figura 9.-** Gusano cogollero o *S. frugiperda*.

**Fuente:** Casmuz et al, (2010).

❖ **Trozador negro (*Lepidoptera noctuidae*):**

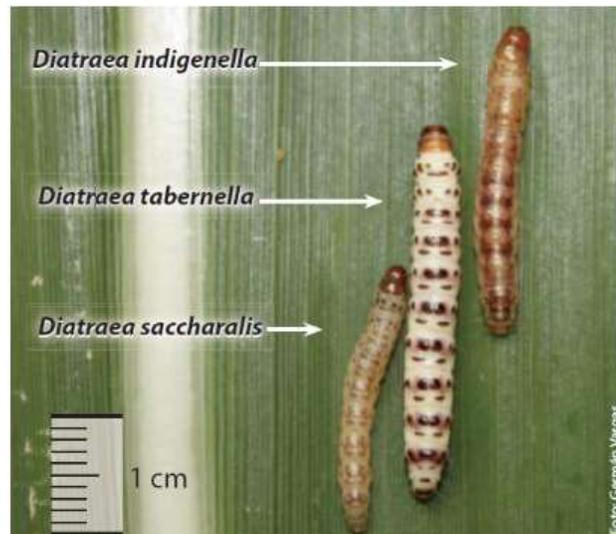
Fabara-Gumpel (2012), indica que este tipo de plaga aparece en los primeros 15 días o menos, según la humedad relativa que exista en el suelo, en donde esta se desarrolla, sus larvas se ven más activas en la tarde en donde comienza a alimentarse, mientras que en el día y parte de la noche permanece inactiva.



**Figura 10.-** Trozador negro o *Lepidoptera noctuidae*.  
**Fuente:** Deras-Flores, (2014).

❖ **Barrenador del tallo (*Diatraea sacharalis*):**

Como su nombre lo indica, este perfora el tallo a través de la medula de arriba hacia abajo, donde se alimenta hasta alcanzar el estadio de pupa. Se reconoce el ataque de este insecto, cuando la panícula comienza a secarse y de después comienza a marchitarse el tallo. El índice de ataque se da en dos picos distintos que son: V9-V12 y en la R3 (Rodríguez-Montessoro 2008).



**Figura 11.-** Barrenador del tallo o *Diatraea saccharalis*.  
**Fuente:** Rodríguez-Montessoro, (2008).

### C) Ataque de plaga en la post cosecha

Deras-Flores & Flor de Serrano (2018), señalan que existe 188 insecto que llegan a afectar los granos de maíz durante su desarrollo y cosecha. Por tal razón se lo clasifica en dos grupos, en principales y secundarios. Entre los principales encontramos a 13 especie que se pueden adaptar a todo tipo de condiciones, siendo esta los causantes de la mayor pérdida del grano durante su almacenaje. En el segundo grupo se encuentra insectos y ácaros que bajo ciertas condiciones (poca higiene durante el almacenamiento, altas temperaturas y humedad del grano) puede causar una gran pérdida económica para el agricultor.

Las más comunes son:

#### ❖ Picudo del maíz (*Sitophilus zeamais*):

Es uno de las principales causantes de la pérdida del grano durante su almacenaje. Por lo general la aparición de este insecto comienza en el campo, el cual se comienza a reproducirse rápidamente cuando el grano es cosechado y almacenado.



**Figura 12.-** Grano de maíz afectado por picudo.  
**Fuente:** Deras-Flores & Flor de Serrano, (2018).

❖ **Barrenillo de los granos (*Rhizopertha dominica*):**

Esta plaga se encuentra en todo el mundo, tanto las larvas como los adultos tiene un gran apetito, alimentándose de todo tipo de cereales.



**Figura 13.-** Barrenillo de los granos.  
**Fuente:** Deras-Flores & Flor de Serrano, (2018).

❖ **Gorgojos castaños de la harina (*Tribolium confusum* y *Tribolium castaneum*):**

El gorgojo aparece cuando los granos son atacados por el picudo o barenillo, debido que estos dejan los granos quebrados o triturados, facilitando así su alimentación. El daño más significativo de este insecto es que llega a contaminar la harina o productos derivados de los granos de cereales que comen.



**Figura 14.-** Gorgojos castaño de la harina.  
**Fuente:** Deras-Flores & Flor de Serrano, (2018).

### 1.3. *S. frugiperda* sobre el cultivo de maíz

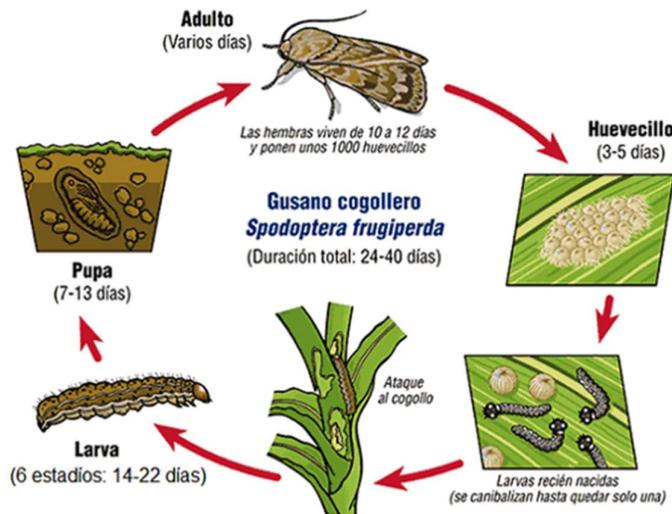
#### 1.3.1. Pérdidas ocasionadas por *S. frugiperda*

FAO (2017), manifiesta que el gusano cogollero u *S. frugiperda*, logra afectar a más de 800 especies botánicas, entre ella encontramos que la mayor afectación se da en el grupo de las Gramíneas. La tasa de natalidad varía según las generaciones que se llega a presentar dentro del cultivo y época del año. Por esto es catalogada como una de la plaga más voraces, debido que en su estado larval se alimenta del follaje tierno a medida que a creciendo se traslada al cogollo. En su último estado recorre grandes distancias para alimentarse y realizar su ovoposición.

Rodríguez-Montessoro (2008), señala que el gusano cogollero tiene una metamorfosis completa, es decir que pasa por cuatro estadios biológicos: huevo, larva, pupa y adulto. El daño más crítico se presenta en los primeros 15 días, en donde se alimenta del follaje más tierno y a medida que desarrolla comienza a emigrar hacia el cogollo, en donde llega a la adultez. Si el monitoreo de este insecto supera el 10% de afectación se considera ya una plaga, en este monitoreo se logra distinguir tres fases:

- ❖ **Primera fase:** Se observa en toda la hoja el excremento de la larva, en forma de aserrín.
- ❖ **Segunda fase:** Aparece en el V5 y V6 de la planta.
- ❖ **Tercera fase:** Ocurre en la etapa previa a la floración o durante la misma.

Dr. Jiménez (2017), señala que el gusano cogollero posee una metamorfosis completa (huevo, larva, pupa y adulto). Desde que se realiza la ovoposición hasta convertirse en larva pasa alrededor de 3 a 5 días. Al momento de ser larvas pasan por seis estadios con una duración de 14 a 22 días, Una vez pasado este tiempo la larva se alimentado y desarrollado completamente, pasando a ser una pupa en donde se desarrollará completamente en el suelo pasando a si a ser un adulto, este estadio dura de 7 a 13 días. El promedio de vida de un *S. frugiperda* (adulto) macho es de 8 días y de la hembra de 10 a 12 días (Figura15).



**Figura 15.-** Ciclo biológico de *Spodoptera frugiperda*.  
Fuente: PIONEER, (2014).

El principal problema de los productores de maíz dentro de la parroquia Colonche, provincia de Santa Elena, son los bajos niveles de nutrientes del suelo, erosión, escases de agua y clima desértico de la zona. Todo esto produce un bajo rendimiento en especial si se habla del maíz, en especial si hablamos del índice de severidad del gusano cogollero. Desde el año 2016 hasta mediados del 2019 se llegó a alcanzar un 30% de pérdida para los agricultores de la zona, lo que provoca una alta inversión en insecticidas comerciales, daño ambiental y resistencia del insecto a otros productos químicos (Agrocalidad, 2019).

### 1.3.2. Monitoreo

Deras-Flores (2014), señala que el monitoreo del insecto plaga se inicia a partir de los 15 a 30 días de haber germinado la plántula, en este periodo de tiempo se llega a reconocer las primeras oviposiciones y larvas recién eclosionadas. Identificada la presencia de ésta, inicia el monitoreo, tomando en cuenta las siguientes indicaciones:

- ❖ La frecuencia con la que se realizará el muestreo es de dos veces por semanas, las cuales se inspeccionarán unas 50 plantas por predio.
- ❖ Se revisarán 10 plantas por sitio de muestreo, es muy recomendable evaluar en el centro de la parcela.

- ❖ Cada una de las plantas se revisará cuidadosamente en donde se registrará la masa de huevecillos, la presencia de larvas y grado de afectación en la que se encuentre.



**Figura 16.-** Muestreo y monitoreo del gusano cogollero.  
**Fuente:** CESAVEG, (2017).

Rodríguez-Soto et al (2018), señala que el monitoreo o evaluaciones de niveles de daño se da a partir de los primeros 15 días de germinación, a partir de ese periodo de tiempo los puntos más críticos de la evaluación son el estado vegetativo y reproductivo del cultivo. Al reconocer el tipo de daño que llega ocasionar la larva de *S. frugiperda* se utiliza una escala establecida por Silva et al (2000), esta escala toma en cuenta el daño causado por la larva en cogollo, hojas tiernas y hoja no desplegadas las cuales se designan valores de 0 a 4, en donde 0 indica que no existe ningún daño, mientras que la escala 4 es la más crítica.

**Tabla 5.-** Nivel de daño en el maíz ocasionado por *Spodoptera frugiperda*.

GRADO	CARACTERÍSTICAS DE DAÑO
0	Planta con 0% del cogollo destruido
1	Planta con 0% de cogollo destruido, pero con hojas esqueléticas
2	Planta con 1% a 25% del cogollo destruido
3	Planta con 25% al 50% del cogollo destruido
4	Planta con más del 50% de cogollo destruido

**Fuente:** Tabla de Daivis & William 1989.

Guillermo-H. (2013), señala que si llega a detecta a tiempo el nivel de daño junto al nivel de decisión, se lograra evitar la pérdida del rendimiento del cultivo. Para esto se implementa controladores químicos, mecánicos o biológicos para así lograr controlar

el umbral económico, evitando así grandes pérdidas del cultivo. Esto último es difícil de evitar ya que esto dependerá del comportamiento de cada plaga dentro de un cultivo determinado. En cambio, el nivel de decisión permite determinar cómo se debe actuar y como reconocer el nivel de daño del cultivo.

**Tabla 6.-** Nivel de decisión para el manejo de plagas en el cultivo de maíz.

ETAPA FENOLÓGICA	MUESTREO	PLAGA	NIVEL DE DECISIÓN
Germinación a 8 hojas.	Revisar plantas sitio.	10 por N° de plantas con cortador ( <i>Agrotis spp.</i> ).	6 plantas cortadas por muestra
		N° de plantas con huevos o larvas de barrenador ( <i>Diatraea saccharalis</i> ).	20 huevos o larvas por muestra
		N° de plantas con cogollero ( <i>Spodoptera frugiperda</i> ).	10 para semilla 15 para granos 30 para ensilaje
		N° de larvas de gusano picado ( <i>Elasmopalpus lignosellus</i> ).	5 larvas por muestra
8 hojas a floración.	Revisar plantas sitio.	10 por N° de plantas con cogollero ( <i>Spodoptera frugiperda</i> ).	20 para semillas 30 para granos 40 para ensilaje
		N° de larvas del falso minador ( <i>Mocis latipes</i> ).	50 larvas por muestreo
Fructificación a maduración.	Revisar panoja o mazorca sitio.	20 por N° de plantas con huevo o larvas de barrenador ( <i>Diatraea saccharalis</i> ).	20 huevos o larvas por sitio
		N° de chinches hediondos ( <i>Nezara viridula</i> ).	40 adultos por muestreo
		N° de larvas de <i>Spodoptera frugiperda</i> y <i>Helicoverpa zea</i> .	20 larvas por muestreo

**Fuente:** Guillermo-H. (2013).

### 1.3.3. Métodos de control

Jara-Calvo (2014), explica que existen cuatro medidas óptimas para el control de plaga:

#### ❖ Control físico:

Este tipo de control se lo realiza tomando en cuenta las condiciones edafoclimáticas de la zona, por ende, se recomienda la siembra en época de precipitaciones, ya que reducirá la tasa de mortalidad de las larvas, provocando la salida prematura del insecto plaga, exponiéndolos así a depredadores naturales o agentes entomófagos que se hallan liberados.

#### ❖ **Control cultural:**

En este control se recomienda a ser la correcta preparación del suelo, junto al correcto control de maleza, llevar una uniformidad en la siembra, establecer la época para la siembra.

#### ❖ **Control biológico o parasitoides:**

Estudios realizados han demostrado que los siguientes parasitoides: *Chelonus insularis*, *Apanteles sp.*, *Meteorus*, *Trichogramma*, los cuales poseen una efectividad de un 30% al 65%.

#### ❖ **Control químico:**

La utilización de cualquier producto químico se justifica cuando el grado de afectación supera más del 50%, por este es recomendable aplicarlo de manera granulada con la preparación de surcos de siembra.

Vázquez (2017), enfatiza que el control biológico juega un papel fundamental para el manejo de plaga, dada las situaciones que se da en la actualidad con la aplicación de productos químicos y los problemas que se puedan generar a largo plazo. Por esto en la actualidad se ha desarrollado diversos métodos compatibles con el ambiente, tomando en cuenta lo siguiente:

#### ❖ **Agentes entomófagos:**

El uso de estos agentes presenta una serie de ventajas, siendo esta lo más usada en la protección y sanidad vegetal de diversos cultivos. En este grupo encontramos a los parasitoides y predadores.

**Parasitoides:** A este grupo se les denomina a aquellos que en su estado larval se desarrolla internamente (Endoparasitoide) o externamente (Ectoparasitoide) en un hospedero. Por lo general son poco los adultos de estos parasitoides prosperan en un ambiente libre.

**Predadores:** Tanto los adultos y las larvas se desarrolla en un ambiente libre. Debido que en cualquiera de su estadio comienza a alimentarse hasta llegar a la madurez.

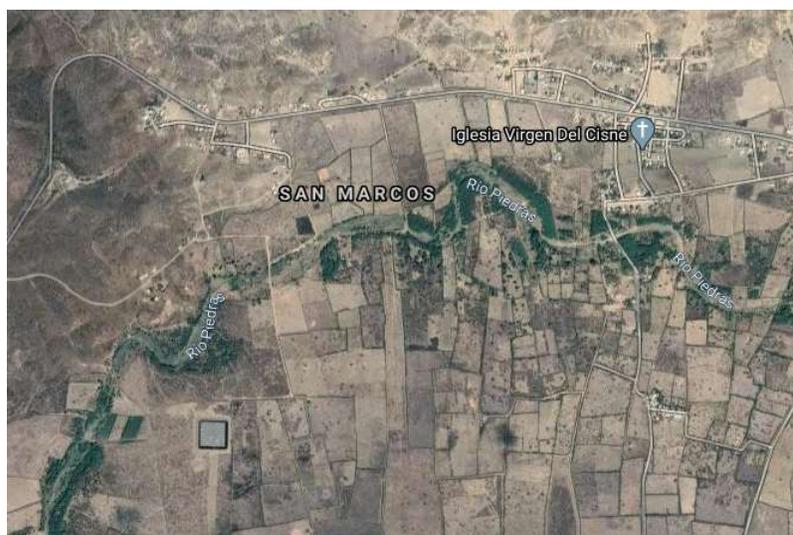
❖ **Agentes entomopatógenos:**

Este tipo de control corresponde a aquellos organismos que se agrupan para llegar a parasitar de manera facultativa u obligatoria, los cuales regulan de forma natural a los insectos plaga de los cultivos. Estos agentes comprenden todos los hongos, bacterias, virus, nematodos y protozoarios que provocan enfermedades infecciosas a los insectos.

## CAPÍTULO 2.- MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1.Ubicación del lugar de estudio

El trabajo se desarrolló entre los meses de septiembre y diciembre del 2019, en la finca de Don Moisés Gonzabay, ubicada en la comuna San Marcos, de la parroquia Colonche, provincia de Santa Elena (UTM E540776, N97775250) a una altitud de 8 msnm (Secretaria Técnica Planifica Ecuador 2015).



**Figura 17.-** Ubicación geográfica de la comuna San Marcos.  
**Fuente:** Google Maps.

### 2.2.Características edafoclimáticas del área de estudio

La comuna San Marcos y Barbascal se encuentran en el cordón geográfico Chongón–Colonche, esta zona está clasificada como una zona megatérmica semiárida. Según la clasificación climática de Köppen-Geiger, la comuna San Marcos se encuentra en una zona Árida cálida (BWh), caracterizada por bajas precipitaciones anuales, teniendo una precipitación media de 264 mm. La temperatura media anual es de 24,6 °C. El tipo de suelo es del orden Molisoles de textura fina (suelos arcillosos y suelos franco arcilloso), susceptible a la erosión por la pendiente de 5% a 12%, junto a la escasa o nula cobertura vegetal (PDOT-GAD COLONCHE, 2015).

## 2.3. Material y equipo

### 2.3.1. Material biológico

#### ❖ Cultivo de maíz

Se utilizaron semillas de maíz (*Zea mays L.*) híbrido Hércules, la cual fue seleccionada por ser una de las variedades más utilizadas en la zona, cuyas características son descritas a continuación en la Tabla 7:

Tabla 7.- Ficha técnica de maíz Hércules.

CARACTERÍSTICA DEL HÍBRIDO HÉRCULES	
<b>Día de floración:</b>	55 días
<b>Día de cosecha:</b>	125 días
<b>Altura de la planta (cm)</b>	215 – 235
<b>Altura de la mazorca (cm)</b>	120 – 125
<b>Tipo de grano:</b>	Semicristalino – Anaranjado rojizo
<b>Hilera por mazorca:</b>	16-18
<b>Tolerancia de Acama:</b>	Resistente
<b>Índice de desgrane:</b>	85% - 86%
<b>Tolerancia de enfermedades de tallo:</b>	Resistente
<b>Tolerancia a enfermedades foliares:</b>	Moderadamente resistente
<b>Tolerancia a enfermedades de la mazorca:</b>	Moderadamente resistente
<b>Rendimiento esperado:</b>	5 a 8,5 Tn/Ha

Fuente: INTEROC, (2012).

#### ❖ Parasitoide

Se utilizaron poblaciones del insecto parasitoide *Trichogramma sp.*, proveniente de la producción de entomófagos de la empresa BIOSEDINSA.S.A. ubicada en el cantón La Libertad, provincia de Santa Elena.

La microavispa *Trichogramma sp.*, perteneciente al orden Himenóptera posee un tamaño de 0,2 a 0,3 mm y es ampliamente utilizada en programas de control biológico, ya que parasita aproximadamente a 250 especies de lepidópteros.

La presentación del parasitoide fue en la forma de cartuchos de una pulgada cuadrada conteniendo 100.000 huevos (Figura 18). Para la liberación los cartuchos se colocaron en la lígula de la planta, con la finalidad de que estén protegidos de depredadores y las condiciones climáticas de la zona (Figura 22).



**Figura 18.-** Presentación comercial del parasitoide *Trichogramma sp.* en forma de cartucho de una pulgada cuadrada.

**Fuente:** El autor.

### 2.3.2. Material de campo

- ❖ GPS
- ❖ Kit agrícola
- ❖ Cinta
- ❖ Libreta
- ❖ Piola
- ❖ Estacas

## 2.4. Tratamiento y diseño experimental

### 2.4.1. Tratamiento

Se utilizó un diseño experimental de bloque completamente al azar (DBCA) con un arreglo factorial 2\*3 (seis tratamientos), con 4 repeticiones, dando un total de 24 unidades experimentales.

El primer factor fue, dos concentraciones de individuos de *Trichogramma sp.* (C1=100.000 y C2=200.000 individuos ha<sup>-1</sup>) y el segundo factor fue de tres tiempos

de liberación del parasitoide (TL1 = 30 días, TL2 = 45 días y TL3= 60 días) como se puede observar en la Tabla 8. Cada unidad experimental estuvo conformada por un área de 70 m<sup>2</sup> compuesta por seis hileras de maíz de 10 m de largo.

**Tabla 8.-** Codificación de los tratamientos establecidos para la evaluación del efecto de dos concentraciones de *Trichogramma sp.* en dos tiempos de liberación.

Tratamiento	Factor A	Factor B	Código
	Concentración (C)	Tiempo de liberación (T)	
T <sub>1</sub>	100 000	30	T <sub>1</sub> C <sub>1</sub> R <sub>n</sub>
T <sub>2</sub>		45	T <sub>2</sub> C <sub>1</sub> R <sub>n</sub>
T <sub>3</sub>		60	T <sub>3</sub> C <sub>1</sub> R <sub>n</sub>
T <sub>4</sub>	200 000	30	T <sub>4</sub> C <sub>2</sub> R <sub>n</sub>
T <sub>5</sub>		45	T <sub>5</sub> C <sub>2</sub> R <sub>n</sub>
T <sub>6</sub>		60	T <sub>6</sub> C <sub>2</sub> R <sub>n</sub>

#### 2.4.2. Análisis estadístico de los resultados

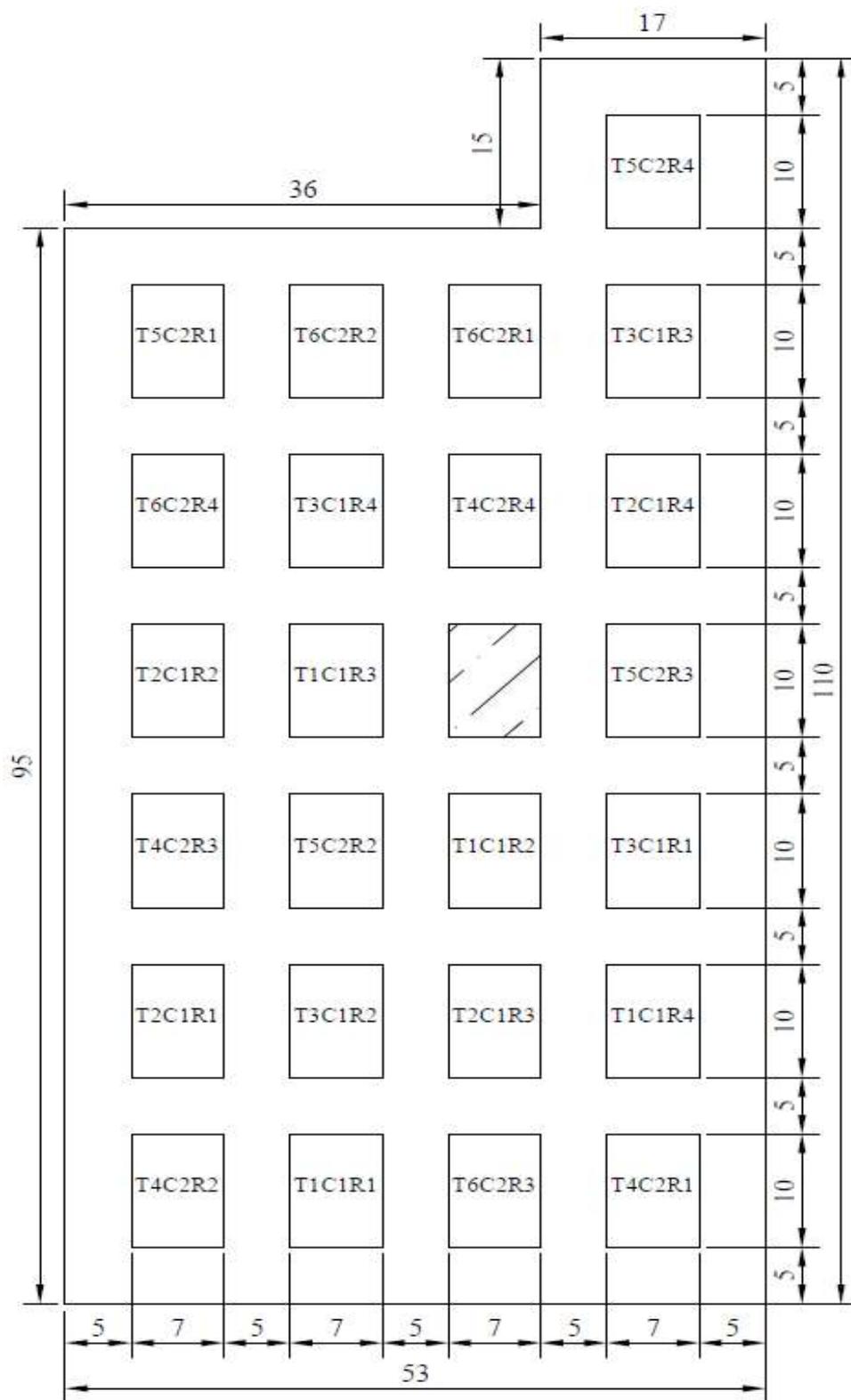
Los resultados fueron sometidos a análisis de varianza con la prueba F por el programa estadístico SISVAR (Ferreira 2019). Cuando los efectos fueron significativos se realizó un ANOVA y Test de Tukey para comparaciones de medias con un nivel de significancia  $p < 0,05$ . Los gráficos fueron elaborados en Microsoft Excel 2010. La Tabla 9 muestra la información referente a las fuentes de variación y grados de libertad del experimento.

**Tabla 9.-** Fuente de variación y grado de libertad del experimento.

Fuente de variación (FV)	Grados de libertad
Bloque	3
Tratamiento	5
Concentración	1
Tiempo de liberación	2
Concentración* Tiempo de liberación	2
Error	15
Total	23

### 2.4.3. Delineamiento experimental

<b>Diseño experimental</b>	DBCA
<b>Tratamientos</b>	6
<b>Repeticiones</b>	4
<b>Total de unidades experimentales</b>	24
<b>Distancia entre hileras</b>	1,15 m
<b>Distancia entre plantas</b>	0,15 m
<b>Área del bloque experimental</b>	70 m <sup>2</sup>
<b>Delimitación del bloque experimental</b>	10*7 m
<b>Distancia entre parcelas</b>	5 m
<b>Distancia entre bloque</b>	5 m
<b>Distancia del borde experimental</b>	5 m
<b>Número de plantas por hileras</b>	60
<b>Número de hileras</b>	6
<b>Número de plantas por parcela</b>	396
<b>Número de plantas por hectárea</b>	32.084



**Figura 19.-** Distribución de los tratamientos en el área experimental de la comuna San Marcos, Santa Elena 2019.

## 2.5. Metodología

### 2.5.1. Establecimiento y manejo de cultivo de maíz

La plantación de maíz fue establecida durante los meses de octubre a diciembre del 2019 con una duración de 60 días (Figura 20).



**Figura 20.-** Cultivo de maíz Hércules a los 20 DDG, en la comuna San Marcos.

**Fuente:** El autor.

La siembra se realizó el 3 de octubre de 2019, y se utilizaron semillas del híbrido Hércules previamente tratadas con fungicida en dosis de  $1 \text{ g Kg}^{-1}$  de semilla. Se colocaron 2 semillas por hoyo en un marco de plantación de  $1,15 \times 0,15$  metros.

#### ❖ Fertilización:

Se fertilizó el cultivo vía edáfica a los 15 días después de germinadas las plantas (DDG) con urea y se planificó dos aplicaciones de YaraMila (fertirriego), sin embargo, se presentaron problemas con el sistema de bombeo y esta última no se logró realizar. La dosis con la que se trabajó fue establecida por el agricultor, el cual venía utilizando esta dosificación desde hace dos años atrás.

**Tabla 10.-**Fertilización usada en la comuna San Marcos.

Producto	Dosis	Estadio del cultivo	Forma de aplicación
Urea	$10 \text{ g/ planta}^{-1}$	Siembra	Edáfica
YaraMila	$100 \text{ a } 150 \text{ kg/ha}^{-1}$	En estadio V6	Foliar
	$150 \text{ a } 200 \text{ kg/ha}^{-1}$	En estadio V12	

#### ❖ Riego:

Se estableció como días de riego los lunes, miércoles y sábados durante una hora, el riego se mantuvo regular hasta los 38 DDG, a partir del cual se vio interrumpido el suministro de agua debido a una avería del sistema de bombeo del reservorio de agua de la comuna.

Se realizó una aplicación edáfica a los 15 DDG de Urea, de ahí se planificó una aplicación de YaraMila (fertirriego), este último fertilizante no se pudo aplicar debido que el sistema de bombeo de la comuna se averió durante el desarrollo del experimento.

#### ❖ Control de maleza:

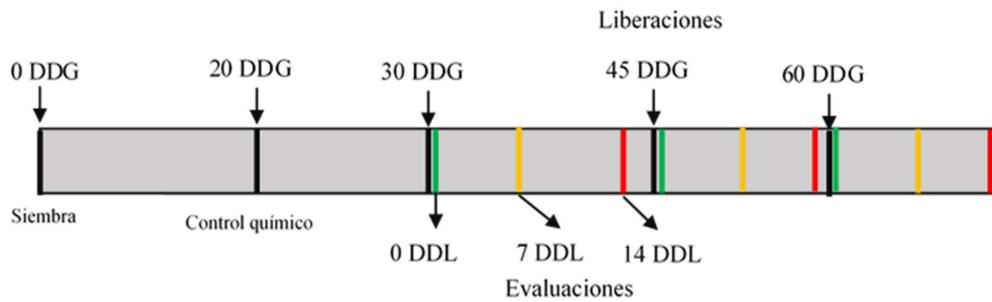
Se realizó un control manual de maleza a los 15, 30 y 45 días después de haber emergido el cultivo.

#### 2.5.2. Manejo del experimento

A los 20 DDG se procedió a realizar una única aplicación del insecticida CIPERFOS con una dosificación de  $0,3 \text{ l ha}^{-1}$ , con la finalidad de reducir la presencia de *S. frugiperda* en la plantación y tener condiciones similares en todas las unidades experimentales.

Para la liberación de las dos concentraciones (100.000 y 200.000 individuos  $\text{ha}^{-1}$ ) de *Trichogramma sp.*, se consideraron tres tiempos relacionados con el estadio vegetal del cultivo en que es más susceptible al ataque de *S. frugiperda* y que a la vez permitan el estudio del comportamiento de la plaga y el depredador.

Se hizo una **liberación temprana** a los 30 DDG, en pleno desarrollo vegetativo del cultivo; una segunda liberación denominada **Semi - tardía** a los 45 DDG y una última denominada **liberación tardía** a los 60 DDG cuando el cultivo comenzaba su etapa de floración. En la Figura 21 se observa un esquema temporal del experimento.



**Figura 21.-** Esquema del experimento realizado para la evaluación de los tratamientos con dos concentraciones del parasitoide *Trichogramma sp.* (100.000 y 200.000 individuos  $ha^{-1}$ ), en tres tiempos de liberación después de la germinación de las plantas (30, 45 y 60 DDG) en el cultivo de maíz (*Zea mays*) en la Comuna San Marcos. Las evaluaciones fueron realizadas a los 0, 7 y 14 días después de liberar los parasitoides (DDL).

Los insectos fueron liberados en cartuchos de una pulgada cuadrada, donde cada cartucho contenía en media 3.200 huevos del depredador (Figura 18), cada tratamiento estuvo constituido por la liberación de 32 cartuchos, que equivalen a 100.000 huevos  $ha^{-1}$ , en los tratamientos dobles se utilizaron 64 cartuchos.

Los cartuchos se colocaron en la lígula de la planta como se aprecia en la Figura 22. Al momento de realizar la aplicación del parasitoide se considera los factores recomendados por el experto en la producción de entomófagos, Ing. Fermín Fuente Sandoval, Gerente de la empresa BIOSSEDINSA.S.A.



**Figura 22.-** Ubicación de los cartuchos conteniendo huevos de *Trichogramma sp.* en la lígula de la planta de maíz.

**Fuente:** El autor.

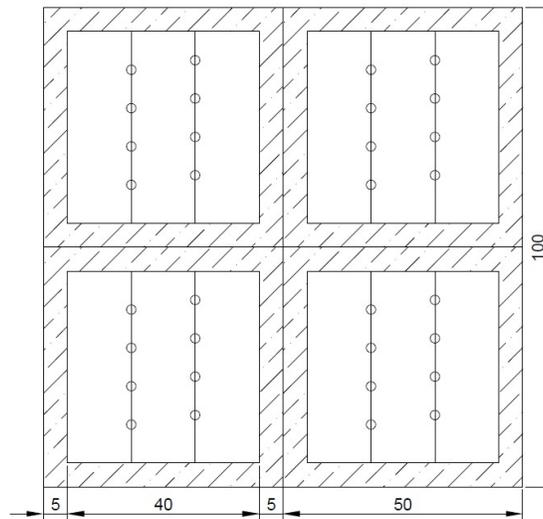
La aplicación de los parasitoides se llevó a cabo considerando el protocolo de liberación basado en las investigaciones de Morales et al. (2007a), tales como:

- ❖ Cuando se traslade los agentes entomófagos del laboratorio al campo, estos deben ser protegidos de altas temperaturas y golpes.
- ❖ La aplicación de medios biológicos se debe realizar en las primeras horas del día o después de la puesta del sol.
- ❖ No se debe realizar liberaciones en días de lluvia o con alta posibilidad de lluvia.
- ❖ Se recomienda hacer las liberaciones cuando el parasitoide sea un adulto, en caso de hacerse una liberación en forma de huevo es necesario protegerlo de otros insectos ya sea colocándolo en la liguila o usando vaso de icopor.
- ❖ Cuando se realice una aplicación de productos químicos cerca de una parcela que se esté tratando con controladores biológicos, se debe suspender las liberaciones. Después de 2 a 4 días se retornarán las liberaciones.
- ❖ Al momento de realizar la aplicación o liberación de controladores biológicos no se debe aplicar químicos. Hasta después de 10 días de haber realizado la liberación. Dando tiempo al entomófago que se adapte y desarrolle biológicamente.
- ❖ Se debe hacer un monitoreo de la situación fitosanitaria de la parcela antes y después de una aplicación. Permitiendo así escoger la mejor estrategia.

### **2.5.3. Liberación de *Trichogramma sp.***

Cuando se realizó las aplicaciones, se lo hizo en forma de cartucho del parasitoide *Trichogramma sp.*, se procedió de la siguiente manera:

- ❖ Primero se divide el área experimental en 4 franjas.
- ❖ En cada franja se selecciona 2 hileras.
- ❖ En cada hilera se seleccionó 4 puntos.
- ❖ Por último, se deja un borde de unos 5 a 10 metros entre cada área.



**Figura 23.-** Método de liberación de agentes entomófagos.

## 2.6. Variables experimentales

Se realizaron evaluaciones a los 0, 7 y 14 días después de la liberación de los parasitoides (DDL) de las variables: incidencia, nivel de daño, grado de afectación y masa de huevecillos.

### 2.6.1. Incidencia

Para determinar la incidencia de la plaga, se evalúa la densidad poblacional del bloque experimental, a partir de esto se contabilizó el número de plantas afectadas durante los tres tiempos de evaluación establecidos. Permitiendo calcular la incidencia de la plaga semanalmente, usando la siguiente fórmula:

$$\% \text{Incidencia} = \frac{\text{Número de plantas afectadas}}{\text{Número de plantas evaluadas}} * 100$$

### 2.6.2. Nivel de daño *Spodoptera frugiperda* (ND)

El nivel de daño por *S. frugiperda* se cuantificó utilizando una escala visual para la atribución de valores de 0 a 4 según lo propuesto por Davis & William (1989). Considerando al número como 0 un daño ligero sin perforaciones y el 4 con mayor daño. En la Tabla 11 se puede observar a detalle los valores establecidos en la escala.

**Tabla 11.-** Escala visual para la atribución de valores de 0-4 del nivel de daño de *S. frugiperda* en el cultivo de maíz (Daivis & William, 1989).

<b>Nivel de daño <i>Spodoptera frugiperda</i></b>	
<b>Grado: 0</b>	<b>Grado: 1</b>
<p><b>Descripción:</b> El cogollo está sano. No presenta hojas esqueléticas.</p> 	<p><b>Descripción:</b> Cogollo con hojas esqueléticas. Plantas con 0% del cogollo destruido, pero con hojas esqueléticas.</p> 
<b>Grado: 2</b>	<b>Grado: 3</b>
<p><b>Descripción:</b> Cogollo levemente destruido, planta con 1% a un 25% del cogollo destruido.</p> 	<p><b>Descripción:</b> Cogollo moderadamente destruido, con un 25% a un 50% del cogollo destruido.</p> 
<b>Grado: 4</b>	
<p><b>Descripción:</b> Cogollo totalmente destruido. Planta con más del 50% del cogollo destruido.</p> 	

### 2.6.3. Grado de afectación del cogollo (GAC)

Con la información aportada por la escala visual se procedió a calcular el grado de severidad del cultivo utilizando la fórmula propuesta por Vázquez (2017):

$$GA = \left( \frac{\sum(a * b)}{n * k} \right) * 100$$

Donde:

**GA:** Grado de ataque o severidad.

$\sum(a * b)$ : Sumatoria del número de plantas afectadas según el grado de afectación.

**n:** Número de plantas evaluadas.

**k:** Valor o grado de la escala.

### 2.6.4. Masa de huevecillos por planta evaluada (MH)

Se evaluó la masa de huevecillos de *S. frugiperda* por la planta siguiendo la escala propuesta por INSAI, 2011.

Área	Cantidad
	100
	150
	200
	300
	450
	500

**Figura 24.-** Escala para determinar el número de huevos de *S. frugiperda*.  
**Fuente:** INSAI, 2011.

## **2.7. Análisis estadísticos**

Los resultados obtenidos fueron sometidos a análisis de varianza con el test F, por el programa estadístico SISVAR (Ferreira, 2019), en donde se realizó un ANOVA y Test de Fisher para comparaciones a un nivel de significancia  $p < 0,05$ . Los gráficos fueron realizados en Microsoft Excel 2010.

## CAPÍTULO 3.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 3.1.Efecto de la concentración y los tiempos de liberación del parasitoide *Trichogramma sp.* como controlador biológico de *Spodoptera frugiperda*

Los resultados obtenidos por el análisis de varianza (Tabla 12) mostraron un efecto significativo del tiempo de liberación del parasitoide *Trichogramma sp.* sobre todas las variables analizadas: Porcentaje de Planta Afectada (PPA), Grado de afectación por Cogollero (GAC) y Masa de Huevecillos por Planta (MHP). El factor concentración tuvo un efecto significativo que fluctuó con la variable y el momento de evaluación. Se observó efecto de interacción entre los factores concentración y tiempo de liberación para la variable MHP evaluadas a los 0 y 7 DDL.

**Tabla 12.-** Resumen del análisis de varianza para las variables porcentaje de plantas afectadas, grado de afectación del cogollero y masa de huevecillos evaluadas a los 0, 7 y 14 días después de la liberación del parasitoide *Trichogramma sp.* comuna San Marcos, Santa Elena 2019.

Fuente de variación	G.L	Cuadrados medios								
		PPA			GAC			MHP		
		0DDL	7 DDL	14 DDL	0DDL	7 DDL	14 DDL	0DDL	7 DDL	14 DDL
Concentración [C]	1	16,44 <sup>ns</sup>	26,90 <sup>ns</sup>	222,66*	0,40 <sup>ns</sup>	234,37*	717,77*	51,04 <sup>ns</sup>	256,44 <sup>ns</sup>	1053,21 <sup>ns</sup>
Tiempo de Liberación [TL]	2	249,70*	339,63*	410,54*	13341,47*	13194,58*	12749,02*	213011,92*	196326,96*	181813,13*
C x TL	2	6,24 <sup>ns</sup>	4,46 <sup>ns</sup>	13,91 <sup>ns</sup>	21,15 <sup>ns</sup>	15,86 <sup>ns</sup>	717,77 <sup>ns</sup>	1431,59*	1457,71*	1028,85 <sup>ns</sup>
Residuo	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CV (%)	-	27,50	26,00	29,20	81,00	74,20	73,10	62,10	56,30	52,70
Media general	-	19,90	23,50	25,62	42,31	46,09	46,87	220,97	235,07	241,69

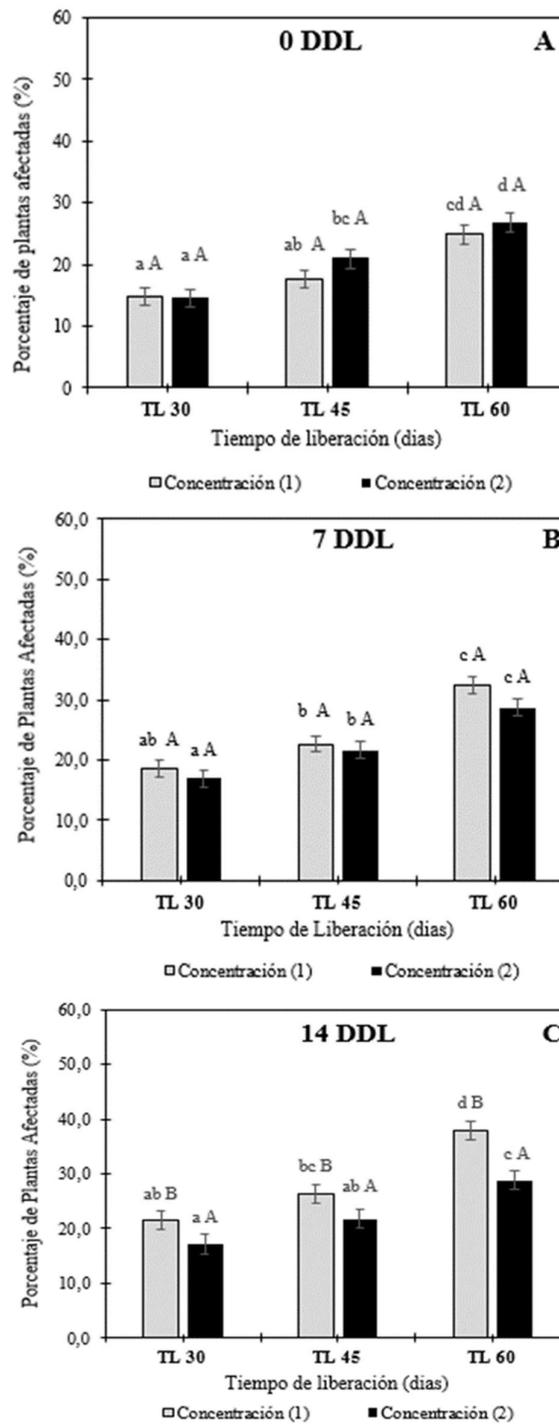
ns: no significativo. \*Significativo (5%). CV: Coeficiente de variación. PPA: Porcentaje de plantas afectadas. GAC: Grado de afectación por cogollero. MHP: Masa de huevecillos por planta evaluados a los 0,7 y 14 DDL (días después de la liberación).

### 3.2. Porcentaje de planta afectada

En la Figura 25 se observan los efectos de tres tiempos de liberación y dos concentraciones del parasitoide *Trichogramma sp.* como controlador biológico de *S. frugiperda*, en el cultivo de maíz, evaluado a los 0, 7 y 14 DDL.

Se pudo observar que mientras menor es el tiempo de liberación de *Trichogramma sp.* e independientemente de la concentración el Porcentaje de Plantas Afectadas (PPA) disminuye significativamente. De los tres momentos evaluados los tratamientos C1TL30 y C2TL30, redujeron de manera eficiente el PPA en un 10 y 12% a los 0 DDL (Figura 25A), 14 y 11,6% a los 7 DDL (Figura 25B) y 16,4 y 11,7% a los 14 DDL (Figura 25C) para los tratamientos con concentraciones C1 y C2 respectivamente existiendo una clara diferencia cuando es comparado con tiempos de liberación mayores (TL60).

Por otro lado, la concentración de individuos de *Trichogramma sp.* tuvo un efecto significativo sobre la reducción del PPA por *S. frugiperda* únicamente durante la última evaluación a los 14 DDL (Figura 25C). En los tres tiempos de liberación la concentración más alta de individuos de *Trichogramma sp.* (C2) redujo en 4,4%, 4,7% y 9,1% el PPA cuando se compara con la concentración más baja (C1).



**Figura 25.-** Porcentaje de plantas de maíz afectadas por *S. frugiperda* bajo el efecto de dos concentraciones del parasitoide *Trichogramma sp.* (100.000 y 200.000 individuos  $ha^{-1}$ ) en tres tiempos de liberación (30, 45 y 60 días) evaluados a los 0 (A), 7 (B) y 14 (C) días. Medias seguidas de las letras mayúscula iguales entre concentraciones y minúsculas entre tiempos de liberación no difieren estadísticamente entre sí por

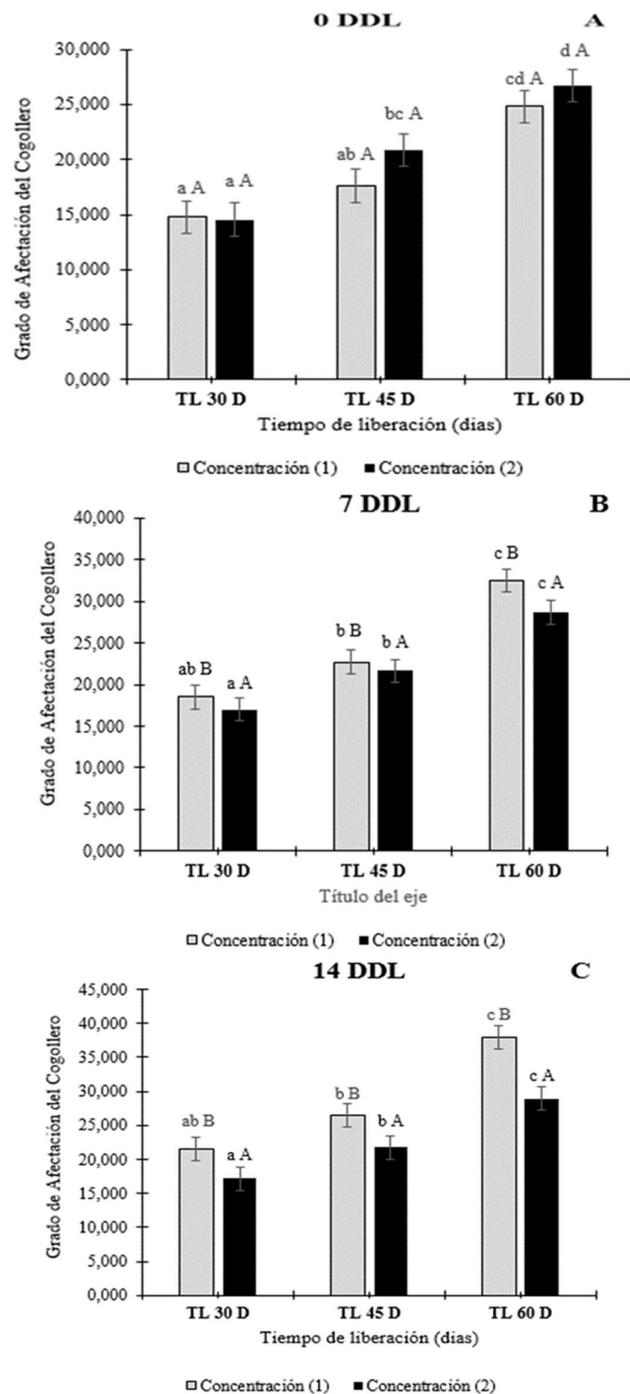
el test de Fisher ( $p < 0,05$ ). Las barras representan el error padrón de la muestra para 4 repeticiones.

### 3.3. Grado de afectación por cogollero

En la Figura 26 se observan los efectos de tres tiempos de liberación y dos concentraciones del parasitoide *Trichogramma sp.* como controlador biológico de *S. frugiperda*, en el cultivo de maíz, evaluado a los 0, 7 y 14 DDL.

Dando como resultado que mientras menor sea el tiempo en que se realice las liberaciones del entomófago, esta será independiente al grado de afectación por cogollero (GAC), disminuyendo de manera significativa durante las tres evaluaciones. De los tres tiempos de liberación evaluada los que disminuyeron de manera significativa el GAC fueron los tratamientos C1TL30 Y C2TL30. En términos relativos significo la reducción en GAC de 10 y 12,2% a los 0 DDL (Figura 26A), 14 y 11,6% a los 7DDL (Figura 26B) y 16,4 y 11,7% a los 14 DDL (Figura 26C) para los tratamientos de concentraciones C1 y C2, siendo esto los mejores resultados comparados con los tiempos de liberación mayores (TL 60).

Durante la última evaluación realizada a los 14 DDL (Figura 26C), se apreció que la concentración de *Trichogramma sp.* tuvo un efecto significativo en la reducción de *S. frugiperda* controlando de óptima manera el GAC. Demostrando así, que los tiempos de liberación del parasitoide más cortos controlan de manera significativa la población de *S. frugiperda*, es decir que la liberación de 30 días fue más favorecedora en la reducción de esta variable, a la vez, esta se ve intensificada cuando la concentración de *Trichogramma sp.* es mayor (C2) reduciéndolo en un 4,4%, 4,7% y 9,1% el GAC cuando es comparado con la concentración más baja (C1).



**Figura 26.-** Grado de afectación del cogollo por *S. frugiperda* bajo el efecto de dos concentraciones del parasitoide *Trichogramma sp.* (100.000 y 200.000 individuos ha<sup>-1</sup>) en tres tiempos de liberación (30, 45 y 60 días) evaluados a los 0 (A), 7 (B) y 14 (C) días. Medias seguidas de las letras mayúscula iguales entre concentraciones y minúsculas entre tiempos de liberación no difieren estadísticamente entre sí por el test de Fisher ( $p < 0,05$ ). Las barras representan el error padrón de la muestra para para 4 repeticiones.

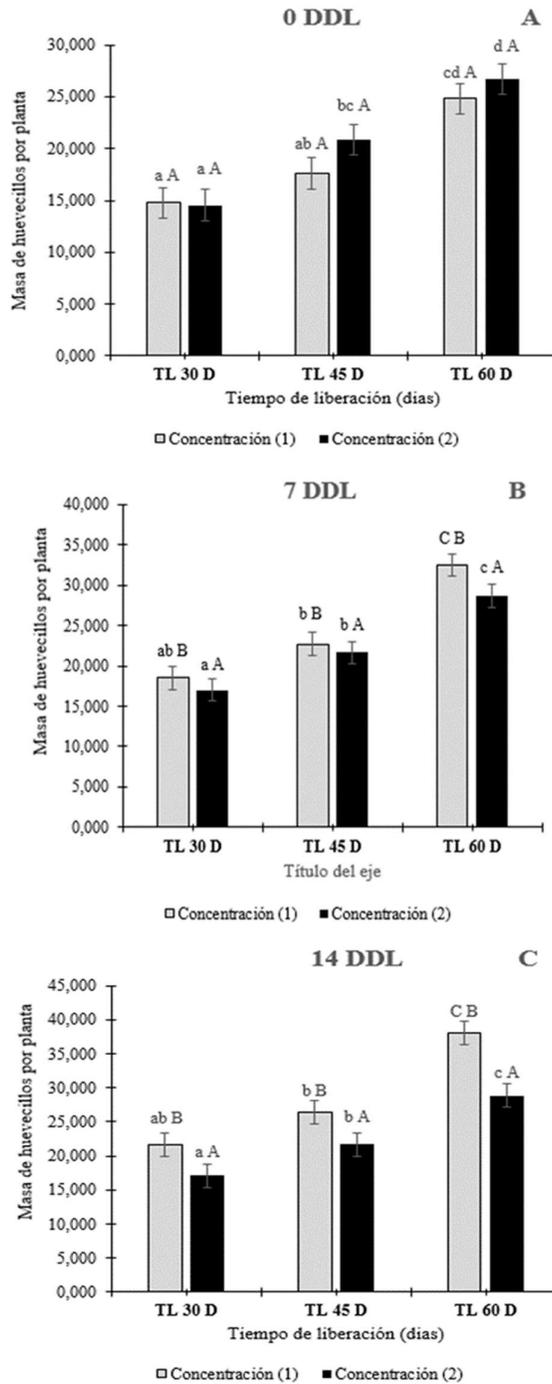
### 3.4.Masa de huevecillos por planta

En la Figura 27 se observan los efectos de tres tiempos de liberación y dos concentraciones del parasitoide *Trichogramma sp.* como controlador biológico de *Spodoptera frugiperda*, en el cultivo de maíz, evaluado a los 0, 7 y 14 DD.

Se observaron diferencias significativas para el TL 30 durante las tres evaluaciones, mientras que el factor concentración solo fue significativo cuando fue evaluado a los 7 y 14 DDL. Las liberaciones tempranas del parasitoide *T. sp.* redujeron en un 6,8 y 2,6% en las concentraciones C1 y C2, siendo esta liberación la ideal en comparación a las liberaciones medias y tardías. En el caso de las liberaciones medias (TL 45) se observa un aumento promedio de 4,83% para ambas concentraciones, pero la diferencia más notoria se presentó en la liberación tardía en donde la C1 no logra controlar MHP en comparación a la C2.

La mayor concentración del parasitoide (C2) a los 7DDL redujo significativamente la MHP, con valores de 2,5%, 1%, 1,9% para las liberaciones TL30, TL-45 y TL60 (Figura 27B) respectivamente, cuando comparadas con las concentraciones más bajas (C1).

A los 14 DDL (Figura 27C) las reducciones significativas de la MHP fueron de 2,6%. 1% y 2,12% para las liberaciones TL30, TL-45 y TL60 con la concentración más alta. En cambio, la concentración estándar (C1) termino con una reducción de 6,8%, 8,8% y 13,2% en las liberaciones TL30, TL-45 y TL60. Demostrando que durante los tres tiempos de liberación la concentración más alta (C2) redujo el MHP cuando es comparada con la concentración más baja (C1).



**Figura 27.-** Masa de huevecillos por *S. frugiperda* bajo el efecto de dos concentraciones del parasitoide *Trichogramma sp.* (100.000 y 200.000 individuos ha<sup>-1</sup>) en tres tiempos de liberación (30, 45 y 60 días) evaluados a los 0 (A), 7 (B) y 14 (C). Medias seguidas de las letras mayúscula iguales entre concentraciones y minúsculas entre tiempos de liberación no difieren estadísticamente entre sí por el test de Fisher ( $p < 0,05$ ). Las barras representan el error padrón de la muestra para para 4 repeticiones.

La reducción significativa del PPA y del GAC de plantas de maíz afectada por *S. frugiperda* en el presente estudio se relaciona con liberaciones tempranas, ya que permiten al parasitoide parasitar en distintas etapas del desarrollo del insecto plaga (SENASA, 2013 y Löhr et al., 2018). Resultados positivos con liberaciones tempranas también han sido reportados por Vázquez (2017) y Pinzón-Hamón et al. (2018).

Por otro lado, las concentraciones fueron significativa en la última evaluación, observándose porcentajes de parasitismo de 74,4% y 82,9% para las concentraciones C1 y C2 respectivamente, valores considerados altos. Estos resultados son similares a los publicados por Aragón et al. (2008) y Flores, et al. (2015), quienes consideran que la dosis ideal es aquella cuya concentración logre estar en un rango de 60 a 92% de parasitismo dentro del cultivo.

En cambio la reducción significativa del MHP, tiene una relación significativa con las liberaciones tempranas y altas concentraciones de *Trichogramma sp.*, observando resultados desde la primera semana después de la liberación (SAG, 2016). Debido de la C2 está en el rango ideal de parasitismo (82,9%), resultado similares se ve en la publicación de Saucedo-Acosta et al. (2015) y Haro Valverde (2016), quien relaciona altas concentraciones de parasitoides equivale a una mayor eficacia. Por otro lado, contradice lo manifestado por Cicero et al. (2017), quien manifiesta si se llega a identificar el insecto plaga de manera tardía, este se logra controlar duplicando la dosis estándar del cultivo.

Aunque los tiempos de liberación del parasitoide más cortos redujeron la presencia del *S. frugiperda*, el efecto fue intensificado cuando se acompañó de mayores concentraciones del parasitoide, sobre todo cuando se evaluó a los 14 DDL donde se observaron diferencia significativa para el tratamiento C2TL30 cuando son comparadas con los otros tratamientos. Coincide con la mayoría de autores anteriormente citado, ya que al detectar de manera temprana la presencia del *S. frugiperda* se logra controlar. Esto se llegó apreciar en el campo al observar el corion (masa de huevo) de una tonalidad oscura y el nivel de afectación que tiene el cogollero dentro del cultivo. Pero en cambio al ser detectado de manera tardía el parasitoide se dificultará el control del *S. frugiperda*.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### Conclusiones

Se comprobó que el *Trichogramma sp.* es capaz de controlar al *S. frugiperda*, debido que ambas concentraciones logran controlar el insecto plaga en un 74,4% cuando es una concentración estándar (C1) y un concentración doble (C2) es del 82,9% , mientras que el tiempo de liberación juega un papel fundamental al momento de evaluar el PPA, GAC y MHP.

Se definió que el mejor tiempo de liberaciones fue el TL 30, con un porcentaje del 74,4 y 82,9% en sus respectivas concentraciones siendo este el más óptimo en controlar del *S. frugiperda*, debido que entre más tiempo se tome en realizar una liberación el parasitoide se le dificultara controlar la plaga decayendo en 16,4 y 11,7% al final del experimento.

Ambas concentraciones del *Trichogramma sp.*, controla al *S. frugiperda*. Pero la que más destacando fue la concentración doble (C2), permitiendo así reducir la presencia del *S. frugiperda* en 82,9% en una liberación temprana, 78,2% en la liberación Semi-tardía y un 71,2% en una liberación tardía.

### Recomendaciones

Repetir el experimento en distintas zonas de la provincia de Santa Elena para estudiar el comportamiento del entomófago en diferentes condiciones edafoclimaticas de la provincia.

Realizar de nuevo el experimento con otros tiempos de liberación y comparar su eficiencia al momento de controlar al gusano cogollero.

Utilizar otros parasitoides como *Tetrastichus* y *Chrysopidae* que también son eficaces contra el *S. frugiperda*.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA

Agrocalidad 2019 *Datos Spodoptera frugiperda* Santa Elena

Aragón, Sandra; Rodríguez, Daniel & Cantor, Fernando 2008 *Criterios de liberación de Encarsia formosa Gahan (Hymenoptera: Aphelinidae) para el control de Trialeurodes vaporariorum (Westwood) (Hemiptera: Aleyrodidae) en tomate* Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia

Araujo, Elton Lucio et al. 2015 'Parasitoids (Hymenoptera) of fruit flies (Diptera: Tephritidae) in semiarid ambient, in the state of Ceará, Brasil' *Revista Brasileira de Fruticultura* 37/3:610–616

Arias Morales, Marino; Ochoa, Puente & Juliana Muñoz, Restrepo 2004 *Guía de insumos biológicos para el manejo integrado de plagas* Cali, Colombia: Corporación para el desarrollo de insumos y servicios Agroecológicos- HARMONIA

Astola Mariscal, Sadith Zobeida & Narrea Cango, Mónica 2019 'Biología y comportamiento de Cotesia flavipes Cameron (Braconidae) parasitoide de Diatraea saccharalis Fabricius (Crambidae)' *Ecología Aplicada* 18/1:77–83

Banco Central del Ecuador 2020 'El 53,3% de la producción nacional se genera en Guayas y Pichincha' Available at: <https://www.bce.fin.ec/index.php/boletines-de-prensa-archivo/item/1353-el-533-de-la-produccion-nacional-se-genera-en-guayas-y-pichincha> Accessed 6.6.2021

Basso, César & Grille, Gabriela 2009 *Relaciones entre organismos en los sistemas hospederos-parasitoides simbiotes* Uruguay: Colección Biblioteca Plural

Bertorelli, María V & Rengifo, Rosaura 2008 'Producción masiva de Trichogramma spp., en Anzoátegui, Venezuela y su importancia como alternativa ecológica en el control de plagas' *Agronomía Tropical* 58/1:21–26

Carballo, Manuel 2002 'Manejo de insectos mediante parasitoides' :5

Casmuz, Augusto et al. 2010 'Revisión de los hospederos del gusano cogollero del maíz, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae)' *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina* 69/3–4

CESAVEG 2017 *Estrategia estatal para el control de gusano cogollero en Guanajuato*

Cicero, Lizette et al. 2017 *Control del Psilido Asiático de los cítricos mediante el parasitoide *Tamarixia radiata* en el sureste de México*

Civantos Ruiz, Manuel et al. 2017 'Importancia de la cubierta vegetal herbácea en el control natural ejercido por *Chrysoperla agilis* (Neu., Chrysopidae) sobre la generación carpófaga de *Prays oleae* (Lep., Praydidae)' *PHYTOMA España* 293:153–155

Cortez Mondaca, Edgardo et al. 2016 'Especies de Chrysopidae asociadas a *Diaphorina citri kuwayama* en cítricos y capacidad de depredación en Sinaloa, México' *Revista mexicana de ciencias agrícolas* 7/2:363–374

Cruz, Ivan & Monteiro, Márcio Antonio Resende 2004 'Controle Biológico da lagarta do cartucho do milho *Spodoptera frugiperda* utilizando o parasitóide de ovos *Trichogramma pretiosum*' in 2004 *Comunicado Técnico 114* 1: 4

Deras Flores, Héctor 2014 *Guía técnica del cultivo de maíz* El Salvador: IICA

Deras Flores, Héctor Reynaldo & Flor de Serrano, Reina 2018 *Cultivo de maíz (*Zea mays* L.)* Salvador: CENTRO NACIONAL DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA Y FORESTAL "Enrique Álvarez Córdova"

Fabara Gumpel, Jorge 2012 *Plagas y enfermedades de los cultivos de papa, maíz y alfalfa* AMBATO: Universidad Técnica de Ambato

FAO 2012 'Las importaciones de maíz paralizan la producción nacional en Ecuador | Agronoticias: Agriculture News from Latin America and the Caribbean | Food and Agriculture Organization of the United Nations' Available at: <http://www.fao.org/in-action/agronoticias/detail/en/c/493797/> Accessed 12.11.2019

2017 ‘Preguntas sobre el Gusano Cogollero del Maíz’ *FAO*

2018 *FAOSTAT* FAO

Ferreira, Daniel Furtado 2019 ‘SISVAR: A computer analysis system to fixed effects split plot type designs’ *REVISTA BRASILEIRA DE BIOMETRIA* 37/4:529–535

Flores, Gabriela Cecilia et al. 2015 ‘Vista de Liberación de Chrysoperla argentina (Neuroptera: Chrysopidae) para el control de Trialeurodes vaporariorum (Westwood) (Hemiptera, Aleyrodidae) en invernáculo de pimiento en Tucumán, Argentina | Intropica’

GAD COLONCHE 2015 ‘Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Gobierno Autónomo Descentralizado de Colonche 2015’

Gerding P, Marcos & Torres p, Cristián 2001 *Producción masiva de Trichogramma* Chile: Ministerio de Agricultura INIA-FIA

González Cortés, Nicolás et al. 2016 ‘Características y propiedades del maíz (*Zea mays* L.) criollo cultivado en Aguascalientes, México’ *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 7/3:669–680

Guillermo H., Eyhéabide Msc phd 2013 ‘Bases para el Manejo del Cultivo de Maíz’ *Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria*

Haro Valverde, Emili Melisa 2016 ‘Efecto de dos dosis liberación de *Trichogramma exiguum* Pinto y Platner sobre huevos de *Diatraea saccharalis* Fabricius.’, Trujillo-Perú: Universidad Nacional de Trujillo.Facultad de Ciencias Biológicas

INTAGRI 2013 ‘El manejo integrado del Gusano Cogollero en Maíz y Sorgo’ *Engormix* Available at: <https://www.engormix.com/agricultura/articulos/manejo-integrado-gusano-cogollero-t30624.htm> Accessed 7.5.2020

INTEROC 2012 *Ficha-técnica-Hércules* Guayaquil, Ecuador

Jara Calvo, Wladimir 2014 *Manejo integrado del cultivo y de las plagas del maíz* 1st ed Cusco: Inia

Jiménez, Edgardo 2017 ‘Manejo agroecológico de los principales insectos plagas de cultivos alimenticios de Nicaragua’” *Nicargua* /1

Löhr, Bernhard et al. 2018 ‘Use of parasitoids in insect biological control in Colombia’  
.. /489:58

MAG 2012 ‘PIDAASSE implementa tecnología en Santa Elena y se extiende a Loja – Ministerio de Agricultura y Ganadería’ *MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA* Available at: <https://www.agricultura.gob.ec/pidasse-implementa-tecnologia-en-santa-elena-y-se-extiende-a-loja/> Accessed 14.8.2020

2013 ‘Primera semilla local de alto rendimiento ‘Lojanito’ se cosechó en Santa Elena’ *MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA* Available at: <https://www.agricultura.gob.ec/primera-semilla-local-de-alto-rendimiento-lojanito-se-cosecho-en-santa-elena/> Accessed 14.8.2020

2015 ‘Bolívar declarada la tierra del maíz – Ministerio de Agricultura y Ganadería’ *MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA* Available at: <https://www.agricultura.gob.ec/bolivar-declarada-la-tierra-del-maiz/> Accessed 6.5.2020

2018a ‘Analizan situación actual de la producción de maíz – Ministerio de Agricultura y Ganadería’ *MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA* Available at: <https://www.agricultura.gob.ec/analizan-situacion-actual-de-la-produccion-de-maiz/> Accessed 30.3.2020

2018b ‘En Santa Elena se promueven proyectos agrícolas integrales y sostenibles – Ministerio de Agricultura y Ganadería’ *MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA* Available at: <https://www.agricultura.gob.ec/en-santa-elena-se-promueven-proyectos-agricolas-integrales-y-sostenibles/> Accessed 14.8.2020

Marta Guzmán, Martín et al. 2013 ‘Utilización del control biológico Trichogramma pintoi Voegelé en el manejo de plagas de almacén’ *Revista Agroecosistema* 1/1

Mendoza, Mónica 2018 'Santa Elena es un granero agrícola con alto potencial' *El Comercio* Available at: <http://www.elcomercio.com/actualidad/ecuador-santa-elena-granero-agricola-produccion.html> Accessed 14.8.2020

Morales, José et al. 2007 'Especies de Trichogramma (Hymenoptera: Trichogrammatidae) parasitoides de huevos de Lepidópteros en el Estado Lara, Venezuela' *Neotropical Entomology* 36/4:542–546

Navarrete, Bernardo et al. 2016 'Cría de depredadores del género Podisus usando Spodoptera frugiperda como alimento, bajo condiciones controladas' *La Técnica: Revista de las Agrociencias. ISSN 2477-8982* /16:26

Parsons, David B 2008 *Manuales para educaciones agropecuarias: Maíz* México D.F: Trillas

Pinto, Alexandre de S et al. 2010 'Estratégias de Liberação de Trichogramma pretiosum no Controle da Lagarta-do-Cartucho, Spodoptera frugiperda, em Milho' in Pdf 2010 XXVIII Congresso Nacional de Milho e Sorgo, Brasil

Pinzón Hamón, Diego Alonso; Martínez Osorio, John Wilson & Castro López, Mayerly Alejandra 2018 'Efecto parasítico de Trichogramma y del depredador Chrysoperla sobre huevos de Compsus viridivittatus, plaga de Vitis vinifera, en laboratorio' *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas* 12/2:348–357

PIONEER 2014 *Manejo de gusano cogollero en cultivos de maíz* Argentina: Asociación de Semilleros Argentinos S.A.

Ríos Casanova, Leticia 2011 '¿Qué son los parasitoides?' *Revista de la Academia Mexicana de ciencias* 62/2:20–25

Rodríguez, Ermida Maidel Abrahante; González, Leónides Castellanos & Carbonell, Roquelina Jiménez 2014 'Calidad de la producción de Trichogramma spp en el laboratorio de la Empresa Pecuaria 'El Tablón'' :10

Rodríguez Montessoro, Rafael 2008 *El cultivo del Maiz Tema selectivo* Mexico ed Mundi Prensa

Rodríguez Pérez, Mario A & Beckage, Nancy E 2006 'Estrategias co-evolutivas de la interacción entre parasitoides y polidnavirus' *Rev Latinoam Microbiol* 48/1:13

Rodríguez Soto, Juan Carlos; Salazar Castillo, Marco Leoncio & Contreras Quiñones, Marisol 2018 'Efecto de diferentes surfactantes sobre larvas III de *Spodoptera frugiperda* Smith bajo condiciones de laboratorio y de campo' *Arnaldoa* 25/3:1041–1052

Rodríguez Vélez, Beatriz et al. 2019 'Pulgones (Hemiptera: Aphididae) y sus parasitoides (Hymenoptera) en cultivos de sorgo en los estados de Colima y Tamaulipas, México' *Acta zoológica mexicana* 35

Rueda Gonzalo, David et al. 2016 'Diagnóstico de *Leucoptera coffeella* (Lepidoptera: Lyonetiidae) y sus parasitoides en el departamento de Antioquia, Colombia' *Revista Colombiana de Entomología* 42/1:4–11

SAG 2016 *Evaluación de la eficacia de control de productos comerciales en base a parasitoides del género Trichogramma, sobre huevos Lobesia botrana (Denis&Schifferrmüller) en ensayos de campo en vid (Vitis vinifera), con infestación controlada* Chile: Servicio Agrícola y Ganadero (SAG)

Sauceda Acosta, Carlos Patricio et al. 2015 'GUSANO COGOLLERO *Spodoptera frugiperda* J.E. Smith (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE) EN MAÍZ DE PRIMAVERA, EN GUASAVE, SINALLOA' 2:7

Secretaría Técnica Planifica Ecuador 2015 'Registro oficial N°6. Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT) 2015-2019'

SENASA 2013 'Ficha técnica de *Trichogramma* spp'

Silva, Deise Maria P da et al. 2000 'Identificação de fontes de resistência de milho à *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) em campo' *Brazilian Archives of Biology and Technology* 43/3:345–348

Vázquez, Luis L 2017 'El control biológico integrado al manejo territorial de plagas de insectos en Cuba' *Agroecología* 12/1:39–46

Velásquez F, Claudia & Gerding P, Marcos 2006 'Evaluación de Diferentes Especies de Trichogramma spp. para el Control de Helicoverpa zea (Boddie) (Lepidoptera: Noctuidae)' *Agricultura Técnica* 66/4:411–415

Villalón, Elina Massó 2007 'Producción y uso de entomófagos en Cuba' *Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal* 11/3

# Anexos

**Tabla 1 A.-** Datos promedio del *Spodoptera frugiperda* bajo el efecto de dos concentraciones y tres tiempos de liberación.

<b>Concentración</b>	<b>Tiempo Liberación</b>	<b>PPA 0 DDL</b>	<b>PPA7 DDL</b>	<b>PPA 14 DDL</b>	<b>GAC 0 DDL</b>	<b>GAC 7 DDL</b>	<b>GAC 14 DDL</b>	<b>MHP 0 DDL</b>	<b>MHP 7 DDL</b>	<b>MHP 14 DDL</b>
Concentración 1	Tiempo1	12.21	16.10	17.92	15.63	18.75	21.88	117	125	170
Concentración 1	Tiempo1	13.18	14.93	19.40	18.75	28.13	34.38	125	158	150
Concentración 1	Tiempo1	15.81	20.97	24.52	21.88	25.00	37.50	100	108	144
Concentración 1	Tiempo1	17.92	22.01	24.53	15.63	21.88	21.88	100	125	150
Concentración 1	Tiempo2	21.32	25.83	29.73	25.00	28.13	34.38	114	143	157
Concentración 1	Tiempo2	17.67	24.67	30.33	21.88	34.38	34.38	136	171	171
Concentración 1	Tiempo2	17.40	21.82	24.68	12.50	21.88	25.00	130	158	158
Concentración 1	Tiempo2	14.05	18.46	20.94	12.50	21.88	28.13	125	133	142
Concentración 1	Tiempo3	27.73	32.00	34.13	90.63	100.00	100.00	425	463	463
Concentración 1	Tiempo3	24.72	35.06	43.54	87.50	96.88	96.88	413	425	425
Concentración 1	Tiempo3	20.58	28.62	33.76	90.63	100.00	100.00	425	425	425
Concentración 1	Tiempo3	26.27	34.33	40.60	93.75	93.75	93.75	425	425	425
Concentración 2	Tiempo1	12.66	16.09	16.09	25.00	15.63	15.63	150	150	150
Concentración 2	Tiempo1	13.65	16.38	16.87	25.00	25.00	25.00	150	160	170
Concentración 2	Tiempo1	13.77	16.25	16.25	21.88	21.88	21.88	130	130	130
Concentración 2	Tiempo1	18.13	19.38	19.38	15.63	15.63	15.63	125	125	125
Concentración 2	Tiempo2	21.38	22.37	22.37	12.50	18.75	0.00	125	163	175
Concentración 2	Tiempo2	22.65	23.30	23.30	21.88	25.00	25.00	142	183	192
Concentración 2	Tiempo2	17.96	19.34	19.34	15.63	21.88	21.88	110	133	142
Concentración 2	Tiempo2	21.56	21.56	21.88	18.75	18.75	18.75	150	150	150
Concentración 2	Tiempo3	26.67	28.41	28.41	87.50	87.50	87.50	400	400	400
Concentración 2	Tiempo3	26.21	28.21	28.21	87.50	87.50	87.50	388	388	388

Concentración 2	Tiempo3	32.34	33.15	33.42	90.63	90.63	90.63	425	425	425
Concentración 2	Tiempo3	21.75	24.93	25.46	87.50	87.50	87.50	375	375	375

**Tabla 2 A.-** Resumen de la variable PPA (Medias LS) - Concentración\*Tiempo Liberación.

<b>Resumen (Medias LS) - Concentración*TiempoLiberación</b>			
	PPA 0 DDL	PPA 7 DDL	PPA 14 DDL
C 1*TL60	24.826 cd	32.500 c	38.009 d
C 2*TL60	26.741 d	28.674 c	28.875 c
C 1*TL 45	17.610 ab	22.692 b	26.419 bc
C 2*TL 45	20.888 bc	21.642 b	21.720 ab
C 1*TL 30	14.781 a	18.502 ab	21.592 ab
C 2*TL 30	14.553 a	17.025 a	17.149 a

**Tabla 3 A.-** Resumen de la variable GAC (Medias LS) - Concentración\*Tiempo Liberación.

<b>Resumen (Medias LS) - Concentración*TiempoLiberación</b>			
	GAC 0 DDL	GAC 7 DDL	GAC 14 DDL
C 1*TL60	90.625 b	97.656 d	97.656 d
C 2*TL60	88.281 b	88.281 c	88.281 d
C 1*TL 45	17.969 a	26.563 b	30.469 c
C 1*TL 30	17.969 a	23.438 ab	28.906 bc
C 2*TL 30	21.875 a	19.531 a	19.531 ab
C 2*TL 45	17.188 a	21.094 ab	16.406 a

**Tabla 4 A.-** Resumen de la variable MHP (Medias LS) - Concentración\*Tiempo Liberación.

<b>Resumen (Medias LS) - Concentración*TiempoLiberación</b>			
	MHP 0 DDL	MHP 7 DDL	MHP 14 DDL
C 1*TL60	421.875 d	434.375 c	434.375 c
C 2*TL60	396.875 c	396.875 b	396.875 b
C 2*TL 45	131.667 b	157.292 a	164.583 a
C 1*TL 45	126.250 ab	151.488 a	157.143 a
C 2*TL 30	138.750 b	141.250 a	143.750 a
C 1*TL 30	110.417 a	129.167 a	153.438 a



**Figura 1 A.-** Finca del señor Moisés Gonzabay.



**Figura 2 A.-** Cultivo de maíz a los 25 días.



**Figura 3 A.-** Tomas de coordenada de la finca.



**Figura 4 A.-** Delimitación de las unidades experimentales.



**Figura 5 A.-** Factor climático que llega afectar la liberación del entomófago.



**Figura 6 A.-**Evaluación y aplicación de agentes entomófagos.



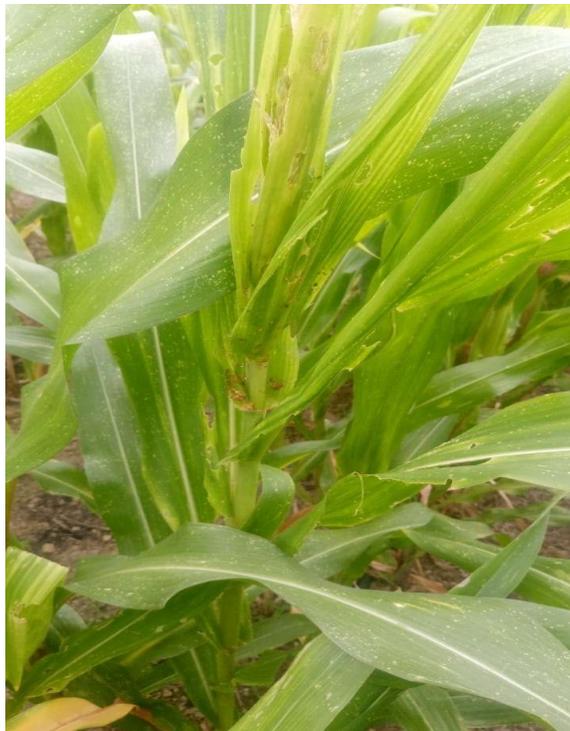
**Figura 7 A.-**Planta afectada por *S. frugiperda*.



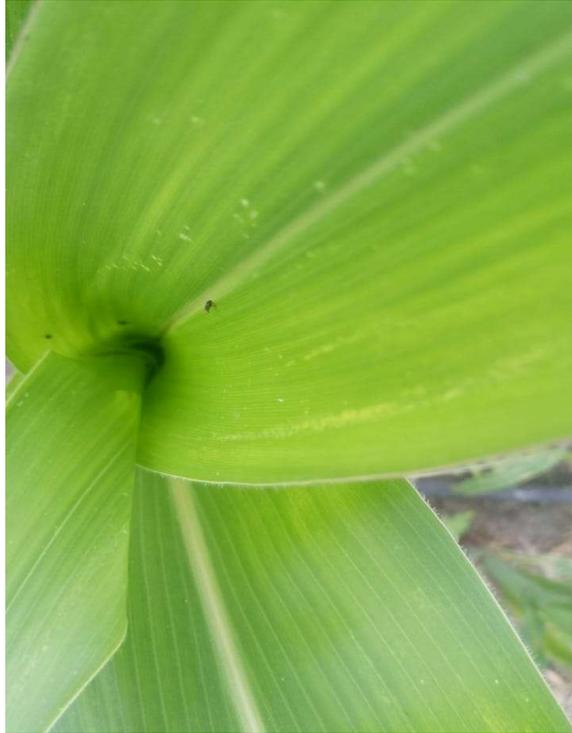
**Figura 8 A.-** Galería foliar causada por el gusano cogollero.



**Figura 9 A.-** Grado 2 de afectación del cogollo.



**Figura 10 A.-** Grado 4 de afectación del *S. frugiperda*.



**Figura 11 A.-** Observación de *Trichogramma sp.* en el cultivo.



**Figura 12 A.-** Observación de adultos de *S. frugiperda*.