

ANÁLISIS DEL DESEMPEÑO DE LOS INSECTOS BENÉFICOS LIBERADOS EN CULTIVOS DE
CAÑA DE AZÚCAR (*SACCHARUM OFFICINARUM*) PARA EL CONTROL DE *DIATRAEA* SPP.
EN INGENIO MANUELITA AZUCAR Y ENERGÍA DE PALMIRA

JINA DANIELA BOTIA MUÑOZ

UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA UNAD
ESCUELA DE CIENCIAS AGRICOLAS PECUARIAS Y DEL MEDIO AMBIENTE
PROGRAMA DE AGRONOMÍA
PALMIRA – VALLE
2019

ANÁLISIS DEL DESEMPEÑO DE LOS INSECTOS BENÉFICOS LIBERADOS EN CULTIVOS DE
CAÑA DE AZÚCAR (*SACCHARUM OFFICINARUM*) PARA EL CONTROL DE *DIATRAEA* SPP.
EN INGENIO MANUELITA AZUCAR Y ENERGÍA DE PALMIRA

INFORME FINAL DE PASANTIA

Docente Asesor de Pasantía

MARIA DEL CARMEN GARCÉS

JINA DANIELA BOTIA MUÑOZ

UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA UNAD
ESCUELA DE CIENCIAS AGRICOLAS PECUARIAS Y DEL MEDIO AMBIENTE
PROGRAMA DE AGRONOMÍA
PALMIRA – VALLE

2019

TABLA DE CONTENIDO

IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA	5
NOMBRE DE LA EMPRESA.....	5
REPRESENTANTE LEGAL.....	5
LUGAR DONDE SE DESARROLLO LA PASANTÍA	5
ÁREA DE SERVICIO A LA QUE SE DEDICA LA EMPRESA	5
DURACIÓN DE LA PASANTÍA	5
IMPORTANCIA DEL CONTROL BIOLÓGICO Y PLAN DE TRABAJO DESARROLLADO	6
DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA PASANTÍA.....	7
JUSTIFICACIÓN	7
OBJETIVO GENERAL	10
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	10
CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....	10
DESARROLLO DE ACTIVIDADES PLAN DE TRABAJO PASANTÍA	11
PASO A PASO TOMA DE MUESTRA Y ANÁLISIS PARA CONTROL DE CALIDAD.....	11
RESULTADOS CONTROL DE CALIDAD JUNIO-SEPTIEMBRE	16
Términos de referencia.....	16
Resultados control de calidad Junio.....	17
Resultados control de calidad Julio.....	18
Resultados control de calidad Agosto.....	19
Resultados control de calidad Septiembre	20
CLAVES PARA IDENTIFICACIÓN DE <i>T. exiguum</i>	21
Identificación Visual	21
Identificación en estereoscopio	21
Identificación en microscopio	22
EVALUACIONES Y RECOLECCIÓN DE MATERIAL EN CAMPO	23
ANEXOS	26
CONCLUSIONES	32
BIBLIOGRAFIA	33

INTRODUCCIÓN

En este informe se mencionan las actividades de pasantía correspondiente al programa de formación como profesional de Agronomía, realizado en el Ingenio Manuelita Azúcar y Energía, enfocado en el estudio y análisis del desempeño de los insectos benéficos liberados en cultivos de caña de azúcar bajo la supervisión del cabo de labores Martin Alfredo Sierra.

Considero esta opción de grado como la mejor elección en cuanto al aprendizaje dinámico, práctico y enfocado en la realidad del mundo laboral, pues permite interiorizar el conocimiento más que memorizar los renglones de una teoría que seguramente pronto se olvida, además de poner en práctica las competencias obtenidas en el programa académico en la resolución de casos inesperados.

En ese sentido, el presente informe constituye una importante y fundamental evidencia de las actividades realizadas y funciones desempeñadas que han conllevado al cumplimiento de los objetivos planteados a partir de las necesidades de la empresa y a su vez ha logrado reforzar los conocimientos adquiridos en el programa.

IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA

NOMBRE DE LA EMPRESA

Ingenio Manuelita Azúcar y Energía.

Que nace en 1864 cuando Santiago Martin Eder adquirió las fincas La Rita y La Manuelita en Palmira, Valle del Cauca, Colombia. En éstas, además de cultivos de caña, había un pequeño trapiche movido por tracción animal que producía 4 quintales diarios de azúcar de pan. Santiago Martin Eder, fundador de Manuelita, es considerado el pionero de la industria azucarera en Colombia y reconocido como uno de los industriales más importantes del siglo XIX en Colombia (Manuelita Azucar y Energía S.A, 2016).

REPRESENTANTE LEGAL

Rodrigo Belalcazar.

LUGAR DONDE SE DESARROLLO LA PASANTÍA

Municipio de Palmira – Departamento Valle del Cauca.

ÁREA DE SERVICIO A LA QUE SE DEDICA LA EMPRESA

Manuelita produce y comercializa azúcar, Bioetanol carburante, Bioetanol industrial y otros subproductos a partir de la caña de azúcar (bagazo, fertilizante orgánico). Sus clientes están en los sectores alimenticios, farmacéuticos y energéticos principalmente.

Tiene capacidad instalada para procesar 4.2 millones de toneladas de caña al año, y capacidad de producción de 425.000 toneladas de azúcar, 75 millones de litros de Bioetanol carburante y 7 millones de litros de Bioetanol industrial (Manuelita Azucar y Energía S.A., 2016).

DURACIÓN DE LA PASANTÍA

Un total de 648 horas.

IMPORTANCIA DEL CONTROL BIOLÓGICO Y PLAN DE TRABAJO DESARROLLADO

El control biológico se reconoce en la actualidad como parte del Manejo Integrado de Plagas mas efectivo, económico y sustentable que contribuye a la preservación de los recursos naturales y el ambiente, mediante la utilización de microorganismos seleccionados por su alta eficiencia e inocuidad Guedez, Clemencia & Castillo, Carmen & Cañizales, Luis & Olivar, Rafael & Coronado, Adolfo. (2019).

Esta estrategia es utilizada para mantener las poblaciones dentro de márgenes de nivel de daño económico permitidos y así, casi que en medida de la densidad de la población plaga, se ven reflejados los parasitismos efectuados por los controladores biológicos liberados. Lo anterior va estrechamente ligado a los controles de calidad efectuados sobre los lotes producidos de estos insectos benéficos que se envían a campo, por lo tanto, el plan de trabajo abarcó:

1. Recepción de insectos para control biológico de *Diatraea* spp. en caña de azúcar (*T. exiguum* y *C. flavipes*) a 2 y 1 día respectivamente de su fecha de liberación, con el fin de realizar las muestras de calidad de estos basado en el protocolo existente.
2. Rotulación y empaque de las muestras de calidad realizadas por laboratorio contratado según la programación de control biológico del ingenio, la cual funciona a diario todos los meses.
3. Implementar el protocolo de análisis de calidad de los insectos, teniendo en cuenta las fechas de ingreso del material al laboratorio de entomología, de acuerdo con esto se realiza un seguimiento diario durante 5 días hasta que toda la muestra emerja y muera naturalmente, cuando esto suceda se podrá iniciar la actividad: conteo total de adultos por muestra, conteo de individuos atípicos y proporción machos-hembras.
4. Recepción de material de campo (Larvas y crisálidas sanas y residuales de *Diatraea* spp., larvas y pupas de *L. minense* y *G. jaynesi* además de larvas y cocones de *C. flavipes*) de acuerdo a los hallazgos realizados en las suertes durante la ejecución del programa de evaluación, que tendrá una duración de monitoreo de 10 días a partir de la fecha de entrega al laboratorio, durante este periodo se alimentará y se le dará las condiciones adecuadas para lograr obtener los datos finales como: parasitismo en posturas por *T. exiguum* u otros y parasitismo en larvas de *Diatraea* spp. por control biológico (*Lydella minense* o *Cotesia flavipes*) o control natural (*Genea jaynesi* u otros).

5. Aplicación del protocolo de control de humedad relativa, calefacción y alimentación para obtener muestras de calidad totalmente emergidas y material de campo sano durante los 10 días de monitoreo.
6. Reporte de resultados mensuales de control de calidad y parasitismo al departamento técnico y administrativo de los datos tabulados.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA PASANTÍA

JUSTIFICACIÓN


Las investigaciones realizadas por Cenicaña, ha demostrado los beneficios del control biológico en la reducción de las poblaciones de las plagas más importantes de la caña de azúcar, hasta el punto de que no se requieren insecticidas de síntesis química para el efecto (cenicaña, 2014).

El control biológico es un método para la represión de los insectos plaga en la agricultura; mediante la cría y propagación de insectos benéficos en condiciones de laboratorio. Lo que se persigue, es disminuir la población de la plaga a niveles económicamente aceptables y para la supervivencia de sus controladores naturales (Gaviria, 2018).

De acuerdo con el análisis, por cada peso invertido en las labores de control biológico se puede esperar un beneficio neto del doble y hasta de ocho veces lo invertido, dependiendo de la perspectiva desde donde se haga el análisis (ingenio azucarero o proveedor de caña), (cenicaña, 2014). Por la misma razón es que se vuelve tan necesario garantizar que los insectos responsables de esta labor, al entregarse a campo, se encuentren en sus mejores condiciones morfológicas y reproductivas.

Durante el desarrollo de mi practica de pasantía pretendo aplicar los conocimientos teóricos relacionados con la entomología y la importancia de identificar los controladores biológicos, orientada en el proceso por líder del área el cual es el encargado de realizar el seguimiento de mis actividades, entre las cuales están la identificación correcta del tipo de controlador biológico utilizado en caña de azúcar para *Diatraea* spp., control de calidad sobre los mismos bajo el protocolo de calidad existente, ejecutar los planes de acción sobre resultados negativos en las pruebas de calidad (solicitud de reposición y liberación en campo), recepción de material de campo y seguimiento durante 10 días pues ésta actividad hace parte de la trazabilidad del proceso de control biológico y su efectividad.

Los parasitoides principalmente utilizados en las liberaciones de control biológico de la plaga para el ingenio Manuelita Azúcar y Energía S.A son avispas del orden Himenóptera, usados ampliamente en todo el gremio azucarero por destacarse en la eficiencia y agresividad de parasitismo frente a larvas y huevos de *D. saccharalis*, *D. indigenella*, *D. busckella* y *D. tabernella*.

<i>T. exiguum</i>	Modo de acción
	<p>Es una avispa de color amarillo de 0,2 – 0,3 mm, parasitoide de huevos.</p> <p>La hembra de <i>Trichogramma exiguum</i>, busca los huevos de <i>Diatraea</i> sp. frescos, e introduce dentro de ellos su ovopositor. Tres o cuatro días después de este proceso, los huevos parasitados se tornan oscuros, casi negros, signo característico del desarrollo del benéfico en su interior. Ocho días luego de la parasitación emergen los nuevos adultos del parasitoide (Perkins Ltda).</p>



(cenicaña.2014)

Es una avispa endoparásito, de color negro, el macho es más pequeño (2.5 mm) que la hembra (2,78 mm), parasitoide de larvas que vive en forma gregaria (Gaviria, Descripción de *C. flavipes* y modo de acción en campo., 2019).



Modo de acción: La hembra adulta una vez que haya hecho la cópula, se posa en los orificios que deja el barrenador hasta encontrar la larva, la avispa es atraída por el olor del insecto huésped y la oviposita (Gaviria, Descripción de *C. flavipes* y modo de acción en campo., 2019).

Por la presión de humedad planta-suelo, las larvas se ven obligadas a salir del tallo entre las 6 y 10 de la mañana y es una de las mayores oportunidades de la avispa para parasitar a su huésped (Gaviria, Descripción de *C. flavipes* y modo de acción en campo., 2019).

Las hembras, al emerger ya tienen desarrollados sus huevos, están en capacidad de poner cerca de 150 huevos por postura y parasitar hasta 6 larvas (Osorio, 2018).



Adulto *C. flavipes*, parasitando larva de *Diatraea* spp.



Larvas *C. flavipes*, saliendo de larva de *Diatraea* spp.



Cocones formados *C. flavipes*, después de salir de la larva de *Diatraea* spp.

OBJETIVO GENERAL

Analizar el desempeño de los insectos benéficos liberados en cultivos de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) para el control de *Diatraea* spp. estableciendo el % de parasitismo que se obtiene con las liberaciones.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Ejecutar el protocolo de calidad de los insectos destinados al control biológico para asegurar su efectividad en campo.
- Identificar sobre el material (*Trichogramma exiguum*) recibido, características morfológicas de la especie *T. exiguum* que actualmente se utiliza para el control de posturas de *Diatraea* spp.
- Monitorear el material recolectado en campo para conocer la efectividad de los parasitoides y estado de la plaga en los cultivos de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*).
- Garantizar en campo insectos benéficos en estado óptimo para la búsqueda y control de la plaga *Diatraea* spp.

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

ACTIVIDAD	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4
Recepción de insectos para control biológico de <i>Diatraea</i> spp. en caña de azúcar (T. exiguum) a 2 días de su fecha de liberación, con el fin de realizar las muestras de calidad de estos basado en el protocolo existente.	X	X	X	X
Recepción de insectos para control biológico de <i>Diatraea</i> spp. en caña de azúcar (C. flavipes) a 1 día de su fecha de liberación, con el fin de realizar las muestras de calidad de estos basado en el protocolo existente.	X	X	X	X
Toma de muestra de calidad para <i>Trichogramma exiguum</i> .	X	X	X	X
Toma de muestra de calidad para <i>Cotesia flavipes</i> .	X	X	X	X
Rotulación y empaque de las muestras de calidad realizadas por laboratorio contratado según la programación de control biológico del ingenio, la cual funciona a diario durante todo el mes	X	X	X	X
Implementar el protocolo de análisis de calidad de los insectos, teniendo en cuenta las fechas de ingreso del material al laboratorio de entomología.	X	X	X	X
Realizar seguimiento diario durante 5 días a la muestra de calidad hasta que toda haya emergido y esté muerta.	X	X	X	X
Iniciar la actividad: conteo total de adultos por muestra, conteo de individuos atípicos y proporción machos-hembras.	X	X	X	X
Recepción de material de campo (Larvas y crisálidas sanas y residuales de <i>Diatraea</i> spp., larvas y pupas de <i>L. minense</i> y <i>G. jaynesi</i> además de larvas y cocones de <i>C. flavipes</i>) de acuerdo con los hallazgos realizados en las suertes durante la ejecución del programa de evaluación.	X	X	X	X

Monitorear material traído de campo durante 10 días a partir de la fecha de entrega al laboratorio, durante este periodo se alimentarán y se le darán las condiciones adecuadas para lograr obtener los datos finales como: %parasitismo en larvas de <i>Diatraea</i> spp. por control biológico (<i>Lydella minense</i> o <i>Cotesia flavipes</i>) o control natural (<i>Genea jaynesi</i> u otros).	X	X	X	X
Aplicación del protocolo de control de humedad relativa, calefacción y alimentación para obtener muestras de calidad totalmente emergidas y material de campo sano durante los 10 días de monitoreo	X	X	X	X
Reporte de resultados mensuales de control de calidad y parasitismo al departamento técnico y administrativo de los datos tabulados	X	X	X	X
Redactar informes de avance de pasantía al asesor de la universidad	X	X	X	X

DESARROLLO DE ACTIVIDADES PLAN DE TRABAJO PASANTÍA


PASO A PASO TOMA DE MUESTRA Y ANÁLISIS PARA CONTROL DE CALIDAD




Dentro de las practicas fundamentales en el manejo de controladores biológicos después de ser entregados por el productor, es el control de calidad, este con el fin de asegurar que se está enviando a campo material en buenas condiciones morfológicas y reproductivas, altos porcentajes de emergencia y tiempos previos después de la emergencia antes de su liberación, para garantizar gran cantidad de hembras copuladas y listas para buscar a su hospedero (larvas o huevos) de *Diatraea* spp.

Dicho lo anterior, durante el desarrollo de la pasantía se aplicó el protocolo de control y calidad para ambas especies descrito a continuación:



Valor mínimo de referencia para análisis visual

Trichogramma exiguum


Presentación del producto	Debidamente empacado en porrones plásticos con tapa y tela asegurando que el material no escape y sin signos de humedad.
Análisis Visual	No presentar mortalidad y que haya movimiento vigoroso de las avispas.
Cartulinas	<p>Distribución homogénea de huevos, sin espacios vacíos, color gris uniforme (no se acepta material con huevos color naranja pues es señal de que no fueron parasitados por <i>T. exiguum</i>) y cero rastros de pegante sobre los huevos adheridos a la cartulina.</p>  <p>Ilustración 1: Izquierda: pulgada con huevos parasitados (color gris) y distribución uniforme; Derecha: pulgada con tonos naranjas y rojos, manifiesta deficiencia en el parasitismo de huevos.</p>

Actividad	Descripción Análisis <i>T. exiguum</i>	Puntos de Atención	Anexo
1	Una vez diligenciado el formato "Registro de entrega control biológico", y después de haber realizado el previo análisis a nivel visual de las condiciones del producto recibido, se seleccionan 3 cartulinas sin emerger al azar, se deben cortar una pulgada cuadrada de cada una sin tener en cuenta los bordes, y se introducen en frascos plásticos transparentes y aireados, se ubicarán en un lugar limpio y fresco, se tendrán ahí durante 5 días, hasta que se observe la eclosión total del producto y la muerte natural de los insectos.	Los recipientes con las muestras deben estar marcados con el laboratorio, fecha de recepción, fecha de emergencia. Evitar la manipulación excesiva de la submuestra antes de la eclosión. Nota: es importante que al tomar la muestra el producto no haya iniciado emergencia, de lo contrario esto podría alterar los resultados finales.	 <p>Ilustración 2: Pulgadas cortadas y envasadas</p>
2	Al tener todos los individuos eclosionados y muertos, se extrae la totalidad de las avispa del recipiente y se almacenan en una caja petri (o algún recipiente limpio).	Tener a disposición para el análisis: estereoscopio, cajas de petri, pincel pelo de camello, aguja de disección, contadores manuales, pinza, lapicero y formato de registro para diligenciar.	 <p>Ilustración 3: Adultos de <i>T. exiguum</i> listos para iniciar el conteo total.</p>
3	Realizar el conteo, determinando la cantidad de individuos por cada pulgada. Determinar la proporción de sexo de las 3 submuestras extrayendo de las 3, 10 grupos de 100 avispa, los individuos que presenten defectos en patas, antenas y/o alas, así como los individuos que no corresponden a la especie.	El número de individuos atípicos debe de ser inferior al 2%, cada pulgada debe garantizar mínimo 1.920 avispa y una relación de sexos de 1 Hembra:1 macho. **	

			 <p>Ilustración 4: Adultos atípicos de <i>T. exiguum</i>.</p>
--	--	--	---

Valor mínimo de referencia	
<i>Cotesia flavipes</i>	
Presentación del producto	<p>Debidamente sellado, sin achatamiento, ni signos de humedad.</p>  <p>Ilustración 5: Presentación de producto, tarrina por 4 gramos.</p>
Mortalidad	<p>No presenta mortalidad, insectos activos.</p>  <p>Ilustración 6: observación de mortalidad en la base del empaque</p>
Cocones	Cocones de color homogéneo



Actividad	Descripción Análisis <i>C. flavipes</i> .	Puntos de Atención	Anexos
1	<p>Una vez diligenciado el formato "Registro de entrega control biológico", y después de haber realizado el previo análisis a nivel visual de las condiciones del producto recibido, se seleccionan 3 tarrinas al azar de <i>C. flavipes</i> las cuales se conservan en recipientes separados y aireados, se ubicarán en un lugar limpio y fresco, se tendrán ahí durante 5 días, garantizando la máxima emergencia de los cocones y la muerte natural de los insectos.</p>	<p>Los recipientes con las muestras deben estar marcados con el laboratorio, fecha de recepción y fecha de emergencia. Evitar la manipulación excesiva de la submuestra antes de la emergencia.</p>	 <p>Ilustración 8: Muestra de <i>C. flavipes</i>, empacada y rotulada</p>

2	Al tener todos los individuos emergido y muertos, se extrae la totalidad de las avispas de la tarrina y se almacenan en una caja petri (o algún recipiente limpio). Si se observan cocones grises en la muestra, estos también se separan para un posterior conteo.	Tener a disposición para el análisis: estereoscopio, cajas de petri, pincel pelo de camello, aguja de disección, contadores manuales, pinza, lapicero y formato de registro para diligenciar.	 <p>Ilustración 9: Muestra de adultos de <i>C. flavipes</i> pendiente por apartar de los cocones.</p>
3	Realizar el conteo, determinando la cantidad de individuos por cada gramo. Determinar la proporción de sexo de las submuestras, sacando 10 grupos de 100 por cada una, los individuos que presenten defectos en patas, antenas y/o alas, así como el número de cocones que no emergieron.	El número de individuos atípicos debe de ser inferior al 5%, cada gramo debe garantizar mínimo 1.200 avispas y una relación de sexos de 1,2 Hembras:1 machos. **	 <p>Ilustración 10: Sexaje, izquierda: hembra; derecha: macho de <i>C. flavipes</i>.</p>

RESULTADOS CONTROL DE CALIDAD JUNIO-SEPTIEMBRE

Términos de referencia

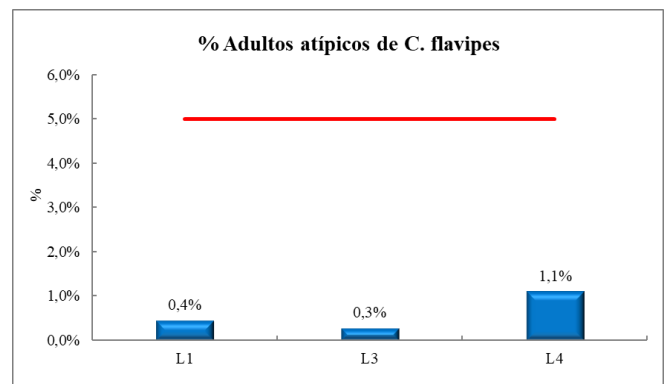
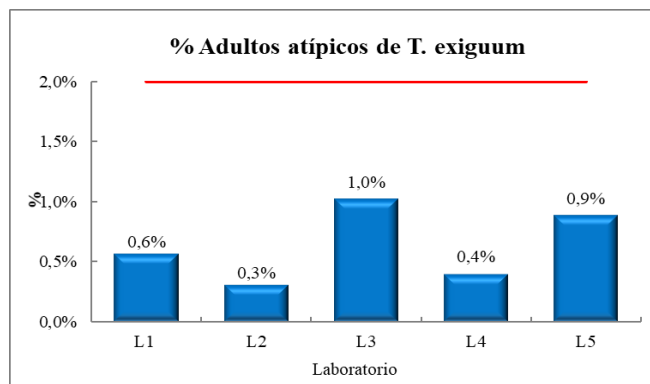
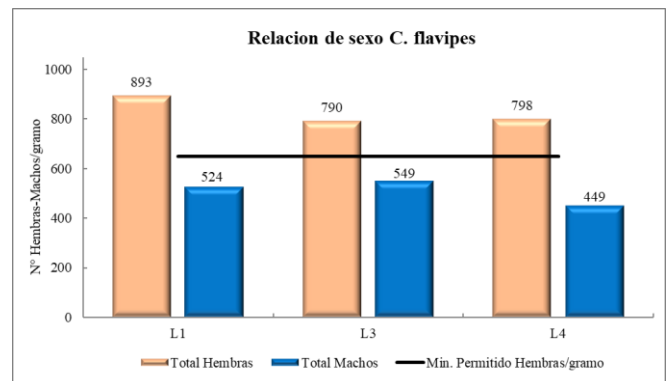
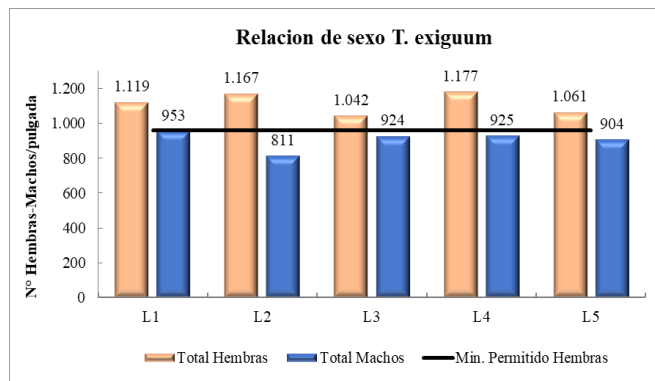
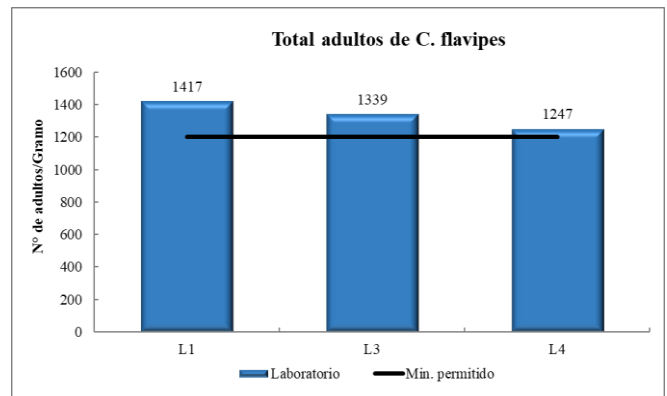
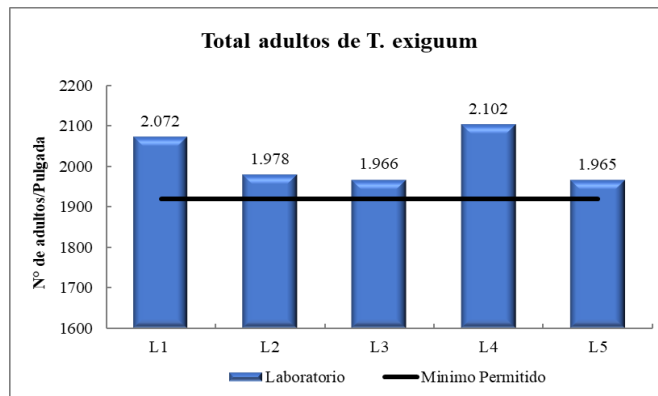
Valores mínimos de referencia/pulgada (ICA N° 20 de 1990) <i>Trichogramma exiguum</i>	
N° Individuos emergidos	1.920
% atípicos	<2%
Relación ..Hembras : Machos	1:1
Pureza	100%

Valores mínimos de referencia/gramo <i>Cotesia flavipes</i>	
N° Individuos emergidos	1.200
% atípicos	<5%
Relación ..Hembras : Machos	1,2:1
Pureza	100%

La meta por mes fue tomar 1 muestra por controlador, por cada laboratorio contratado, pues no todos los laboratorios producen *T. exiguum* y *C. flavipes*. De acuerdo con lo dicho, se presentan a continuación los resultados arrojados, que en resumen evidencian que todo el material entregado al ingenio para ser liberado en campo cumplió con los requisitos mínimos de calidad.

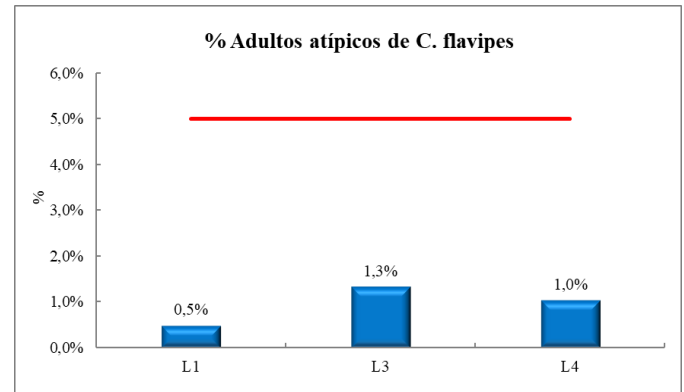
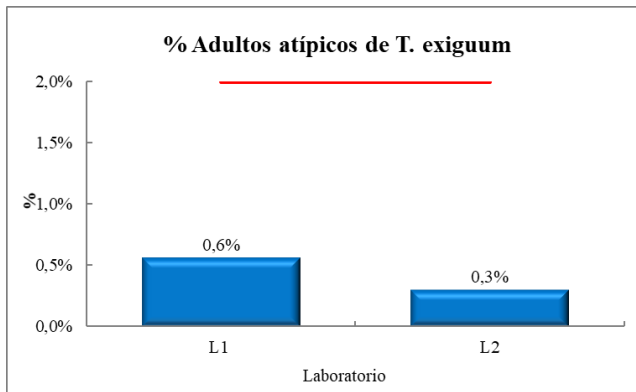
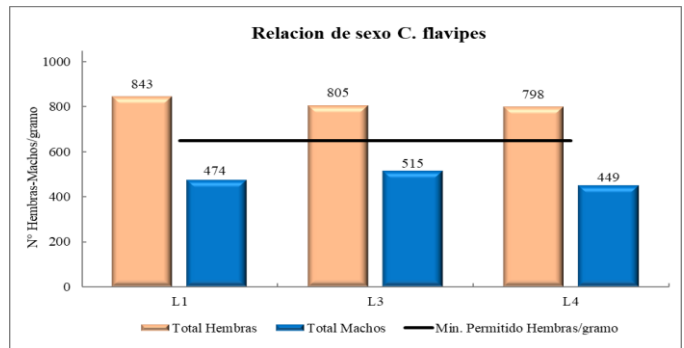
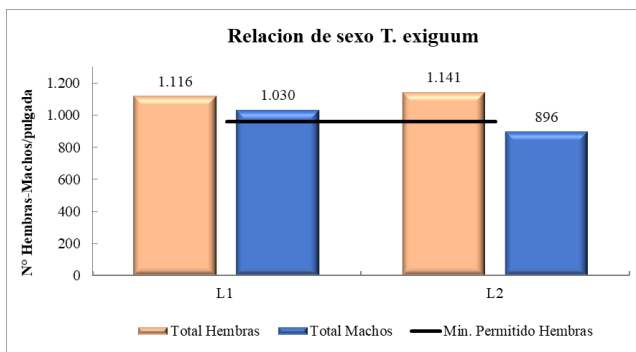
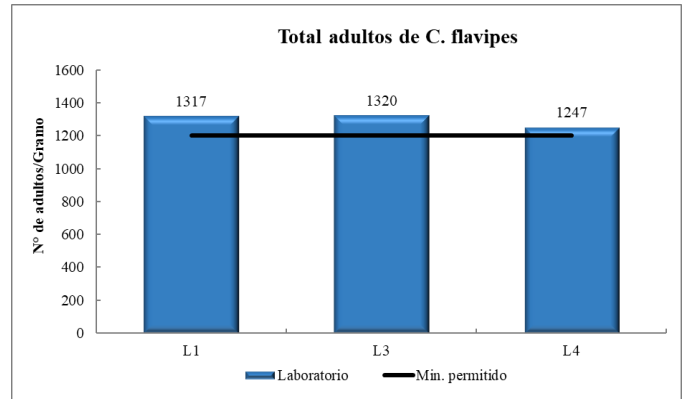
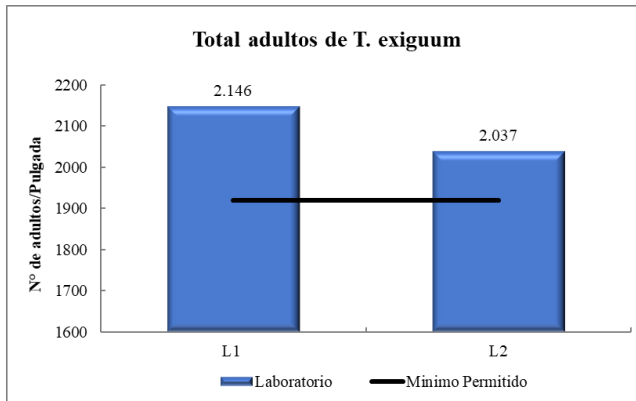
Resultados control de calidad Junio

En el mes de junio podemos observar que los resultados fueron positivos, el número de adultos superó el mínimo permitido, en la relación de sexo el número de hembras siempre fue mayor respecto a los machos; el número de atípicos fue muy inferior al máximo permitido.



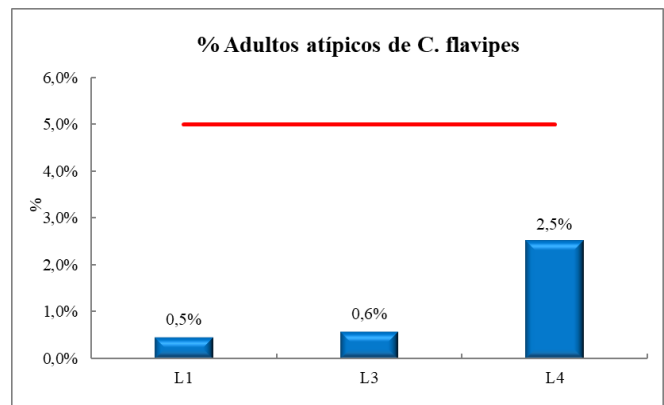
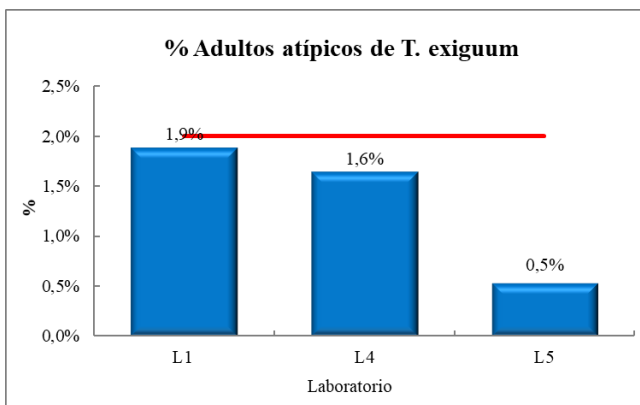
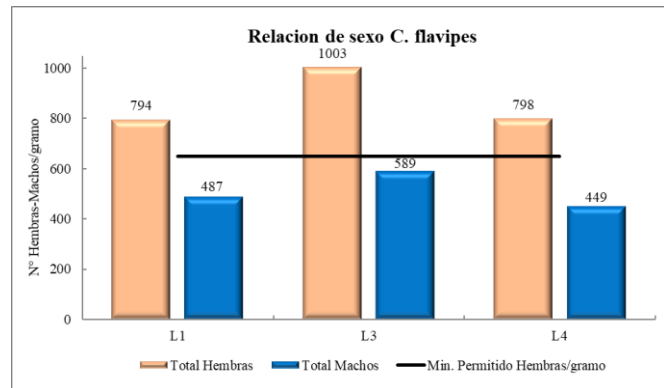
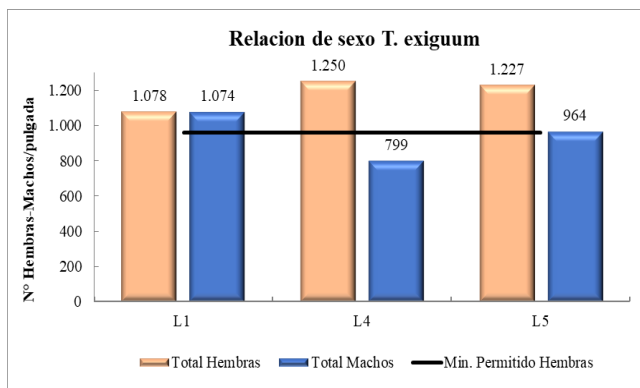
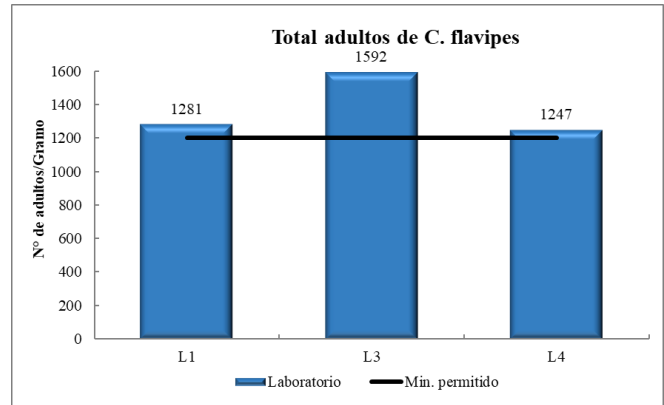
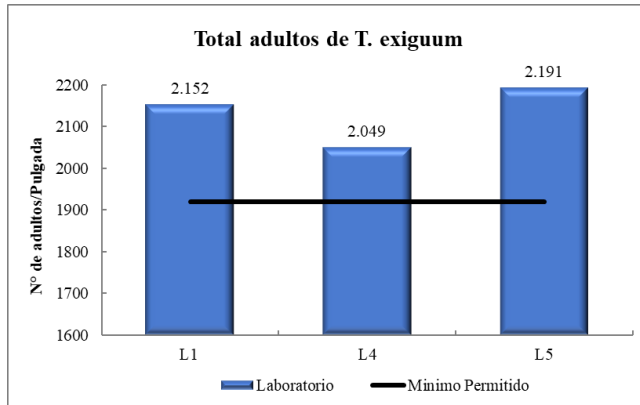
Resultados control de calidad Julio

En el mes de julio podemos observar que los resultados fueron positivos pues el número de adultos superó el mínimo permitido, en la relación de sexo el número de hembras siempre fue mayor respecto a los machos; el número de atípicos fue muy inferior al máximo permitido.



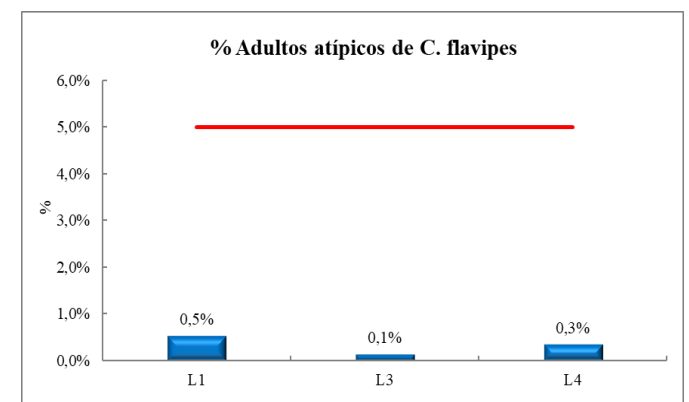
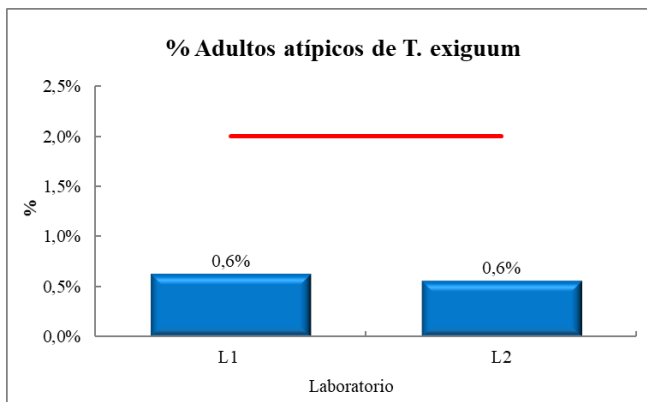
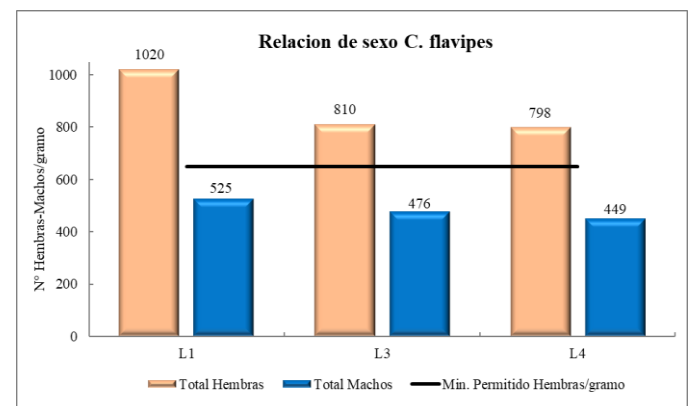
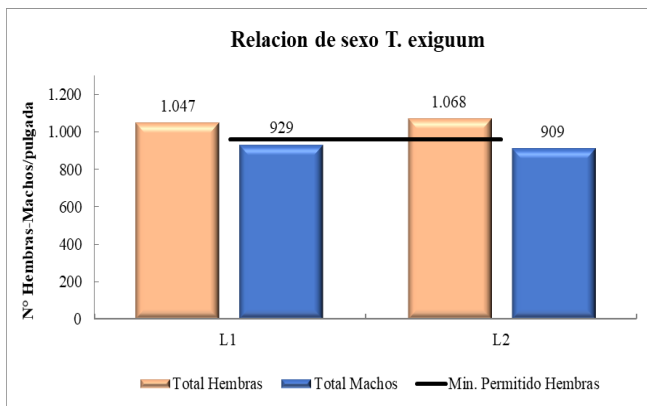
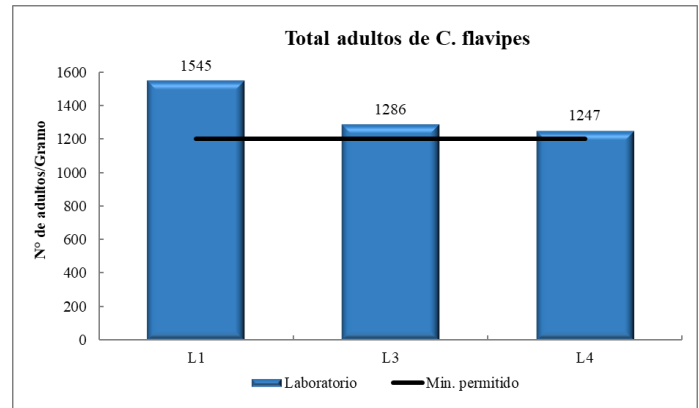
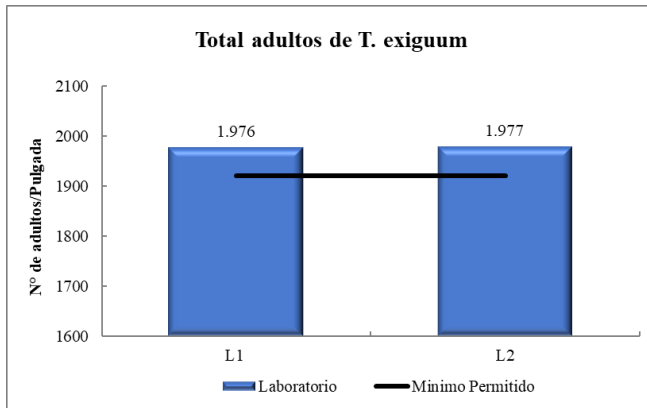
Resultados control de calidad Agosto

En el mes de agosto podemos observar que los resultados fueron positivos pues el número de adultos superó el mínimo permitido, en la relación de sexo el número de hembras siempre fue mayor respecto a los machos; el número de atípicos fue muy inferior al máximo permitido.



Resultados control de calidad Septiembre

En el mes de agosto podemos observar que los resultados fueron positivos pues el número de adultos superó el mínimo permitido, en la relación de sexo el número de hembras siempre fue mayor respecto a los machos; el número de atípicos fue muy inferior al máximo permitido.



CLAVES PARA IDENTIFICACIÓN DE *T. exiguum*.

Teniendo en cuenta que *T. pretiosum* fue considerado en la década de los 90's como el controlador biológico de posturas de *Diatraea* spp. Criado y liberado comercialmente, encontrando al momento de recolección de huevos que el controlador emergido de estas no coincidía con la especie liberada, se replanteó sus estudios y se decidió realizar pruebas moleculares para definir concretamente cual era la especie que se encargaba eficientemente de parasitar, en este proceso, lograron descubrir que era *T. exiguum*, la única especie de *Trichogramma* hallada parasitando huevos de *Diatraea* spp. En campos comerciales de caña de azúcar según (Gómez, Díaz, & Lastra, 1996).

Dicho lo anterior, y sabiendo que *T. pretiosum* por su agresividad es capaz de contaminar y desplazar a las otras especies de *Trichogramma*, se hace necesario tener diferentes herramientas para identificar *T. exiguum* al momento de recibir el material de parte de los laboratorios productores.

Identificación Visual

Es de esperar que no sea una de las técnicas más eficaces a la hora de corroborar la especie, pero es una guía fácil para despertar la duda y llegar a otros procedimientos más seguros; en este caso, si se observa que las avispas amontonadas al fondo del porrón son color marrón oscuro, es razón suficiente para observar algunos ejemplares al microscopio o estero.

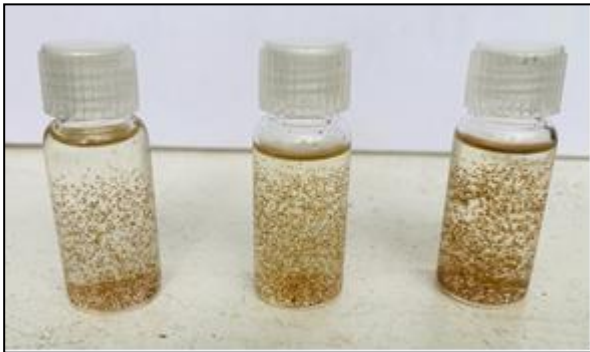


Ilustración 11: De izquierda a derecha,
1: *T. exiguum* 100% puro – 2: *T. exiguum* 50% puro –
3: *T. exiguum* 20% puro.

Identificación en estereoscopio

Si se cuenta con este tipo de herramientas, la referencia más simple de identificación son sus antenas y los vellos característicos de cada especie, en el caso de *T. pretiosum* los vellos son delgados, puntiagudos al final y superan dos veces la parte mas ancha de su antena; en *T. exiguum* sucede lo contrario, los vellos son cortos, más abundantes, no superan dos veces la parte más gruesa de su antena y no son puntiagudos en su terminación como se aprecia en la foto a continuación; si después de este ejercicio no se está seguro, lo mas apropiado es observarlas en un microscopio.



Ilustración 12: Identificación de especie: Izquierda: macho de *T. pretiosum* - Derecha: macho de *T. exiguum*

Identificación en microscopio

Si la herramienta anterior no fue suficiente para despejar las dudas, es necesario optar por tener una vista a microscopio de sus antenas y poder medir la parte más ancha para compararla con la medida de unos de sus vellos más largos, y así constatar que éste no supera dos veces la primera medición tal y como se muestra a continuación, su parte mas ancha 0,232 mm, el bello mas largo 0,298 mm, Si no fuera *T. exiguum*, su vello más largo, fácilmente podría haber medido 0,47 mm como es el caso de *T. pretiosum*.

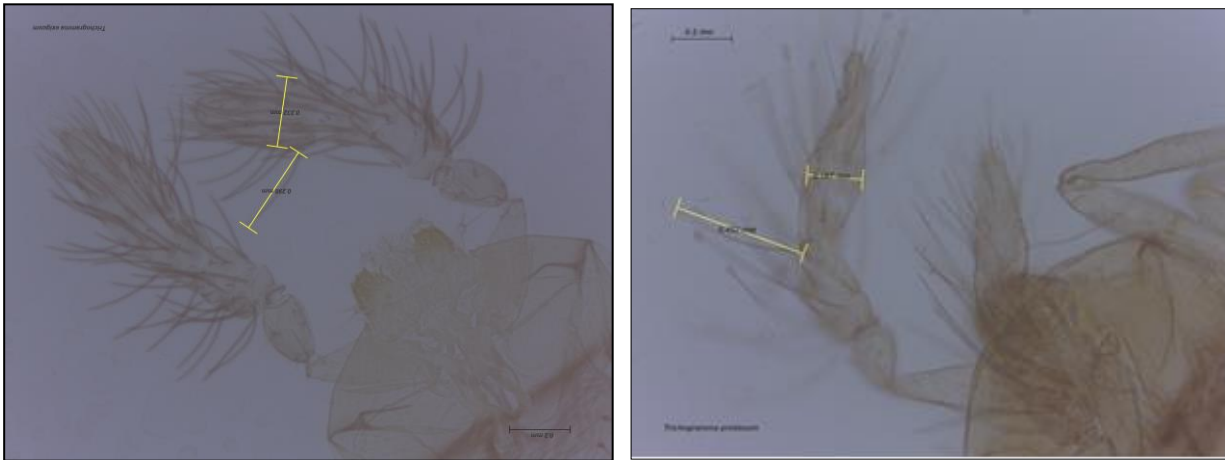


Ilustración 13: Vellosoidades antenas de macho de *T. exiguum* (Izquierda) y *T. pretiosum* (derecha) vistos en Microscopio LEICA DM750. En 100x **Foto: Claudia Echeverri, Cenicña.**

EVALUACIONES Y RECOLECCIÓN DE MATERIAL EN CAMPO

Durante el período de pasantía (4 meses) se evaluaron un total de 4.891 hectáreas correspondientes a 389 suertes de predios propios del Ingenio Manuelita S.A. estas fueron tabuladas y analizadas para determinar los porcentajes de parasitismo por especie y por edad, pues las evaluaciones fueron realizadas en cañas de 3, 5 y 8 meses y así poder asegurar que los buenos resultados mencionados anteriormente en control de calidad, fueron coherentes con el resultado de la actividad parasitaria en campo.

La recolección en campo alcanzó un total de 1.728 larvas entre *D. saccharalis*, *D. indigenella*, *D. busckella* y *D. tabernella* y 223 parasitoides directamente hallados en campo, es decir, fuera ya de su hospedero.

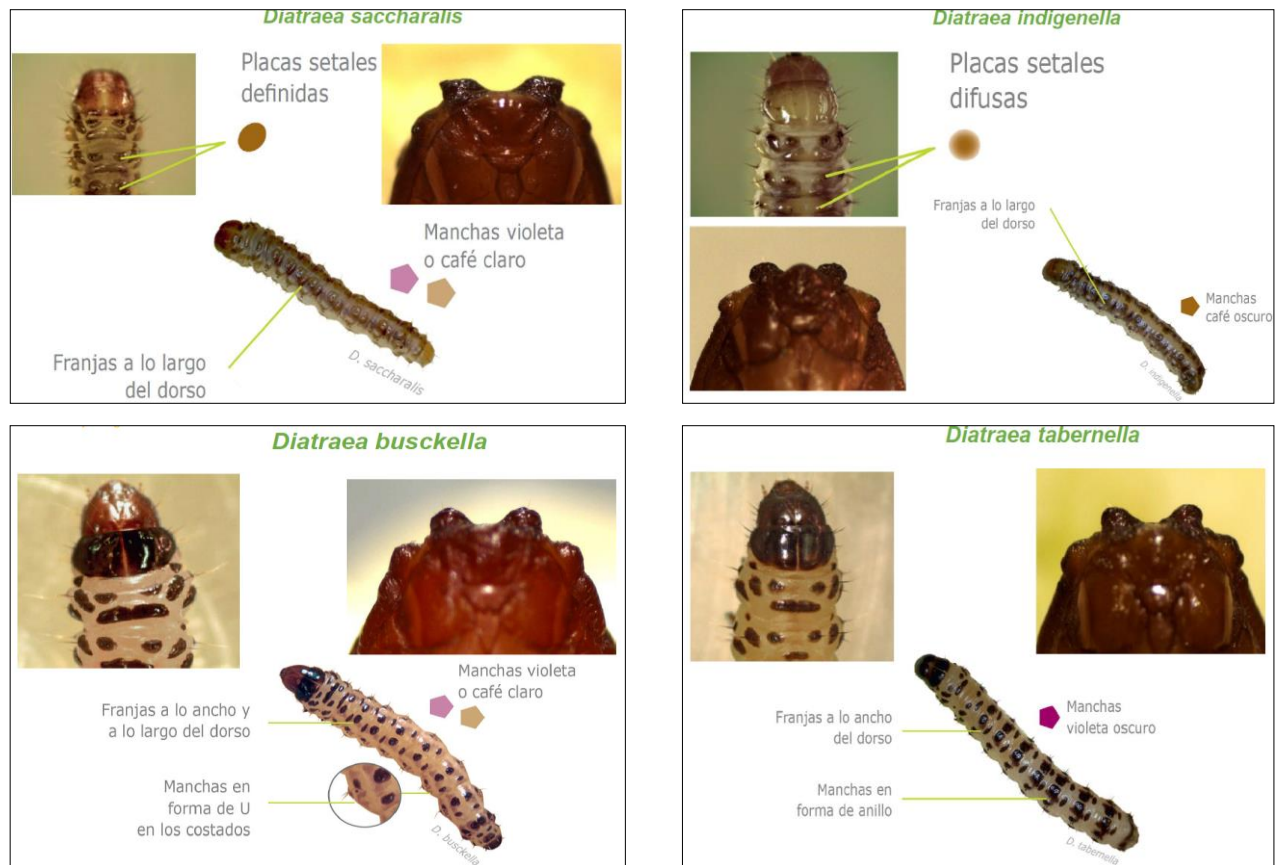
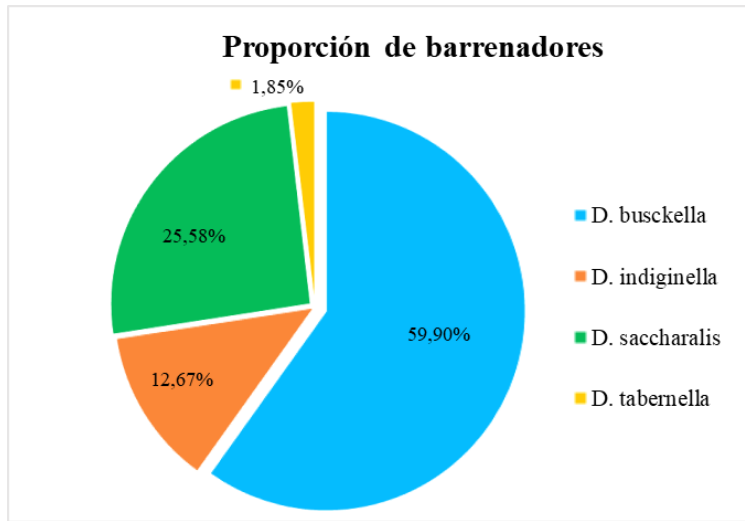


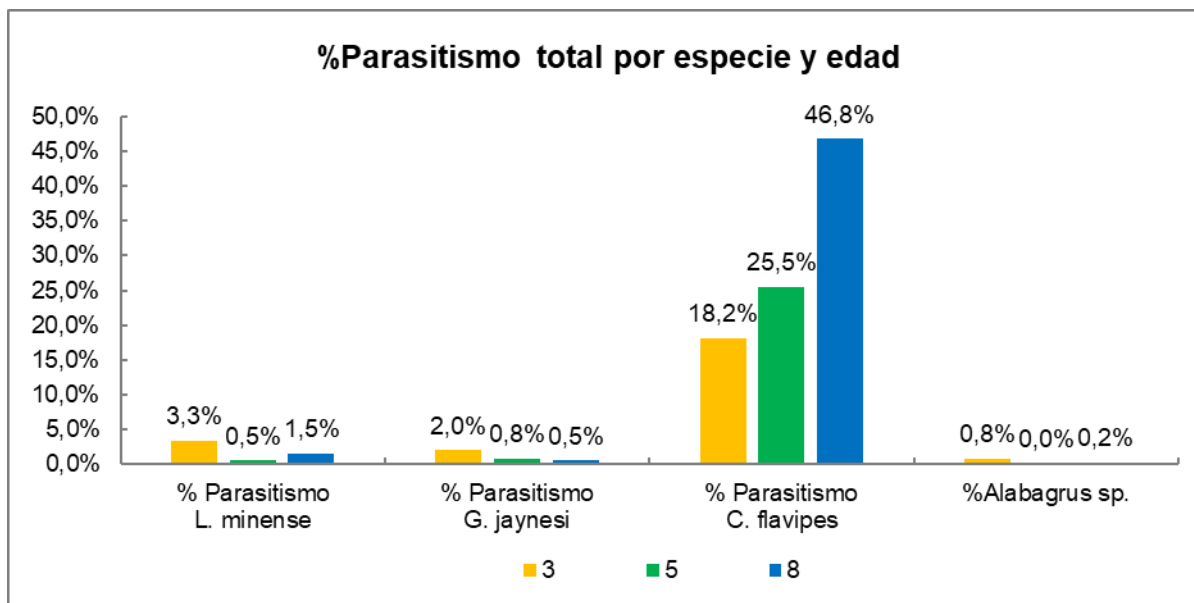
Ilustración 14: Características morfológicas de las 4 especies presentes en las estadísticas de las evaluaciones de campo. (Vargas, 2015)

Los números mencionados anteriormente también fueron llevados a datos porcentuales para lograr apreciar la información sobre la proporción de las especies en campo en los 4 meses muestreados.

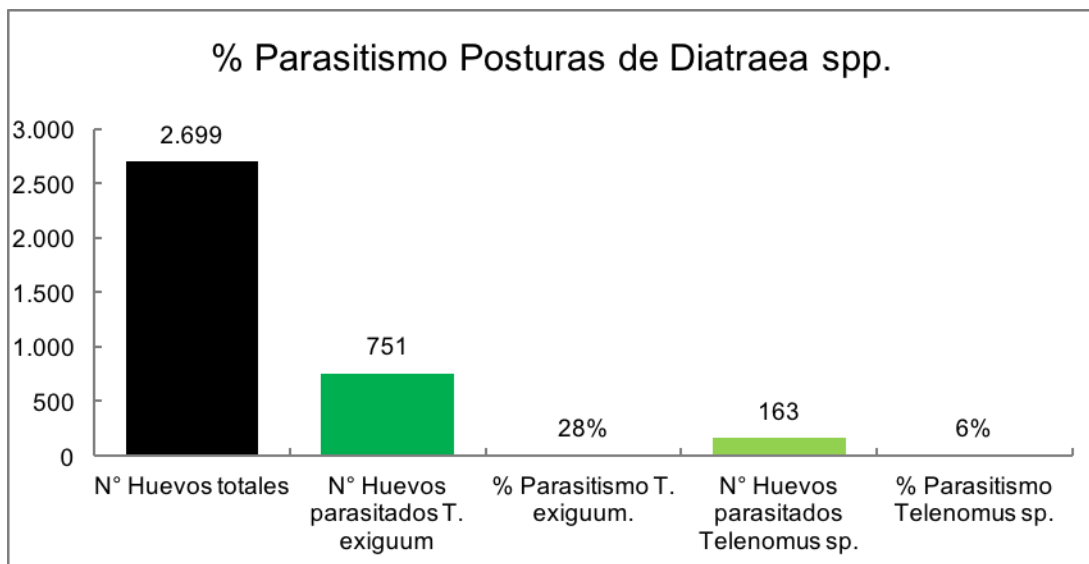


La información arrojada nos indica que una de las especies más agresivas (*D. busckella*), alcanza más del 50% de la proporción en campo, seguida de *D. saccharalis*. Lo que nos indica que se deben tratar de cerrar todas las ventanas de entrada de la plaga con estrategias de aplicación de los controladores biológicos de acuerdo con la edad del cultivo más afectada.

A continuación, se presentan los porcentajes de parasitismo por especie y por edad para *C. flavipes* y otras especies que parasitan en forma natural, pues no se liberan y parasitismos por *T. exiguum* y otra especie parasitoide de posturas natural perteneciente al género *Telenomus* sp.




De la gráfica anterior podemos decir que *C. flavipes* se muestra como un parasitoide altamente efectivo y agresivo en la búsqueda de su hospedero y el pico más alto de parasitismos en los 4 meses de monitoreo en cañas de 3, 5 y 8 meses de edad se puede observar en cañas de 8 meses alcanzando el 46.8%, a pesar de que los otros controladores son naturales como la mosca taquínida *Genea jaynesi*, no obstante, “es una oportunidad para el aprovechamiento mediante la conservación y el mantenimiento de arvenses nectaríferas alrededor de las suertes de caña, que le sirven de refugio y alimentación a este enemigo de *Diatraea spp*” (Vargas, 2015) igual que debe aplicar para especies como *L. minense* o *Alabagrus sp.*



El material recolectado corresponde a 57 fincas, 126 suertes con 5 meses de edad y un total de 1.632 hectáreas evaluadas donde fueron halladas 318 posturas con un total de 2.699 huevos de los cuales el 28% fue parasitado por el controlador liberado *T. exiguum* y el 6% parasitado por el controlador natural *Telenomus sp.*, lo que quiere decir que a pesar de tener reflejos de parasitismos en posturas, estos son bajos en relación con los huevos no parasitados y nos indica que se deben hacer esfuerzos para mejorar la estrategia de aplicación de los parasitoides o buscar ampliar la cobertura de acción del parasitoide modificando las recomendaciones ya planteadas en función de edad y dosis de aplicación.

ANEXOS



Manuelita
Manuelita Azúcar y Energía

REGISTRO DE CONTROL DE CALIDAD

Cotesia flavipes
TECNOLOGÍA AGRÍCOLA

PROVEEDOR: Coprama

FECHA DE RECEPCIÓN DEL PRODUCTO: 13-06-19

CANTIDAD TOTAL (GRAMOS) RECIBIDAS: 16.47

% DE HEMBRAS: 59.4

% DE MACHOS: 40.6

% ATÍPICOS: 0.3%

ESPECIE: C. Flavipes

FECHA DE PROGRAMA Y FRETE: 14-06-19

FECHA ANALISIS Y REVISIÓN: 20-06-19

CANTIDAD TOMADA (GRAMOS) PARA REVISIÓN: 3gr.

APROBADO: Si

PROMEDIO: 1339 ADULTOS / gr.

NOTA: Cada muestra es de 1gr de C. Flavipes, en total son 3 gr que componen la evaluación. Aproximadamente 1 gr. de C. flavipes da origen a 1200 avispa, y la relación de sexo en los adultos debe ser como mínimo 1 macho por cada 1.5 hembras (1:1.5)

RELACION DE ADULTOS			
NUMERO DE MUESTRA	PESEO DEL PRODUCTO DE LA TARRINA (gr)	TOTAL ADULTOS	TOTAL ADULTOS ATÍPICOS
Tarrina-Muestra 1	1gr	1297	0
Tarrina-Muestra 2	1gr	1338	5
Tarrina-Muestra 3	1gr	1402	6
TOTAL		4037	11

CALCULO % EMERGENCIA DE LA MUESTRA			
SUBMUESTRA	No. ADULTOS EMERGIDOS	ADULTOS EMERGIDOS + COCONES SIN EMERGER	% EMERGENCIA
SUBMUESTRA 1			
SUBMUESTRA 2			
SUBMUESTRA 3			
% PROMEDIO EMERGENCIA DE LA MUESTRA			N/A

RELACION MACHO-HEMBRA		
GRUPO	HEMBRAS	MACHOS
GRUPO 1	43	57
GRUPO 2	58	42
GRUPO 3	57	43
GRUPO 4	65	35
GRUPO 5	46	54
GRUPO 6	61	39
GRUPO 7	61	31
GRUPO 8	64	36
GRUPO 9	60	40
GRUPO 10	56	44
TOTAL	579	421
PROPORCIÓN	1.37	1

RELACION MACHO-HEMBRA		
GRUPO	HEMBRAS	MACHOS
GRUPO 1	64	36
GRUPO 2	67	33
GRUPO 3	58	42
GRUPO 4	56	44
GRUPO 5	64	36
GRUPO 6	58	42
GRUPO 7	61	39
GRUPO 8	59	41
GRUPO 9	53	47
GRUPO 10	55	45
TOTAL	595	403
PROPORCIÓN	1.46	1

RELACION MACHO-HEMBRA		
GRUPO	HEMBRAS	MACHOS
GRUPO 1	64	36
GRUPO 2	64	36
GRUPO 3	56	44
GRUPO 4	47	53
GRUPO 5	60	38
GRUPO 6	70	28
GRUPO 7	57	43
GRUPO 8	59	41
GRUPO 9	66	34
GRUPO 10	61	39
TOTAL	608	392
PROPORCIÓN	1.55	1

OBSERVACIONES: Comple: N: Individuos/gramo

Proporción de Sexo dentro del rango

% atípicos

Especie

Yma Daniela Botia

EVALUADOR CONTROL CALIDAD
LABORATORIO ENTOMOLOGIA

LABORATORIO DISTRIBUIDOR

Ilustración 15: Formato de registro análisis de muestra de calidad para *C. flavipes*

Manuelita
Manuelita Azúcar y Energía

REGISTRO DE CONTROL DE CALIDAD
Trichogramma exiguum
TECNOLOGÍA AGRÍCOLA

PROVEEDOR: Bioagro FECHA DE PROGRAMA Y FRENTE: 9-07-19
FECHA DE RECEPCIÓN DEL PRODUCTO: 1-07-19 FECHA ANALISIS Y REVISIÓN: 12-07-2019
CANTIDAD TOTAL (PULGADAS) RECIBIDAS: 2546 CANTIDAD TOMADA PULGADAS PARA REVISIÓN: 3 plg.
% DE HEMBRAS: 82% APROBADO: SI
% DE MACHOS: 18% PROMEDIO: 2146
% ADULTOS DEFORMES: 1,7%

ESPECIE: T. exiguum

NOTA: Cada muestra es de 1 Pulg de *Trichogramma E.* en total son 3 Pulg por componer la evaluación.
Cada PUL debe tener entomopias sobre 1822 arcosas, y la relación de sexo en los pulg debe ser como mínimo 1 hembra o más por cada macho (1:1) Según Resolución del ICA No. 20 de 1990.

RELACION DE ADULTOS		
Numero de muestra	Total adultos	Total adultos atípicos
Muestra 1	2064	16
Muestra 2	2320	42
Muestra 3	2034	57
Total	6418	115

GRUPO	HOMBRES	MUCHAS
GRUPO 1	61	39
GRUPO 2	38	62
GRUPO 3	52	48
GRUPO 4	57	43
GRUPO 5	50	50
GRUPO 6	42	58
GRUPO 7	41	59
GRUPO 8	66	34
GRUPO 9	53	47
GRUPO 10	52	48
TOTAL	621	479
PROPORCIÓN		

OBSERVACIONES: Completar: N° Individuos x Muestra con proporción de sexo por zona

Imy Davida Bata
EVALUADOR CONTROL CALIDAD
LABORATORIO ENTOMOLOGÍA

Ilustración 16: Formato de registro análisis de muestra de calidad para *T. exiguum*.



Ilustración 17: Pinza, pincel y gotero para analizar muestras para evaluar calidad.



Ilustración 18: Análisis para control de calidad.



Ilustración 19: Estereoscopio Nikon SMZ 745



Ilustración 20: Rotulación de muestras.



Ilustración 21: Contador manual utilizado para medir el número de adultos.



Ilustración 22: Selección de machos para verificar antenas al microscopio con apoyo de Cenicaña.

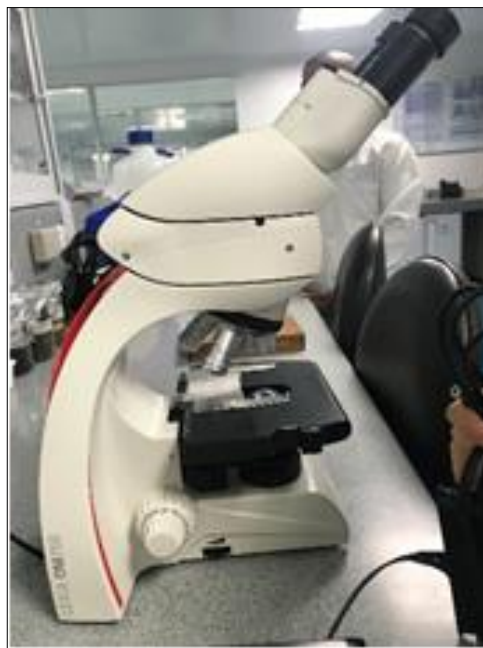


Ilustración 23: Microscopio LEICA DM750 utilizado para observar y tomar medidas de vellosidades en antenas de machos de *T. exiguum*.



Ilustración 24: Recepción de material de campo para monitoreo de parasitismos.



Ilustración 25: Bandejas en monitoreo con material entregado de campo.

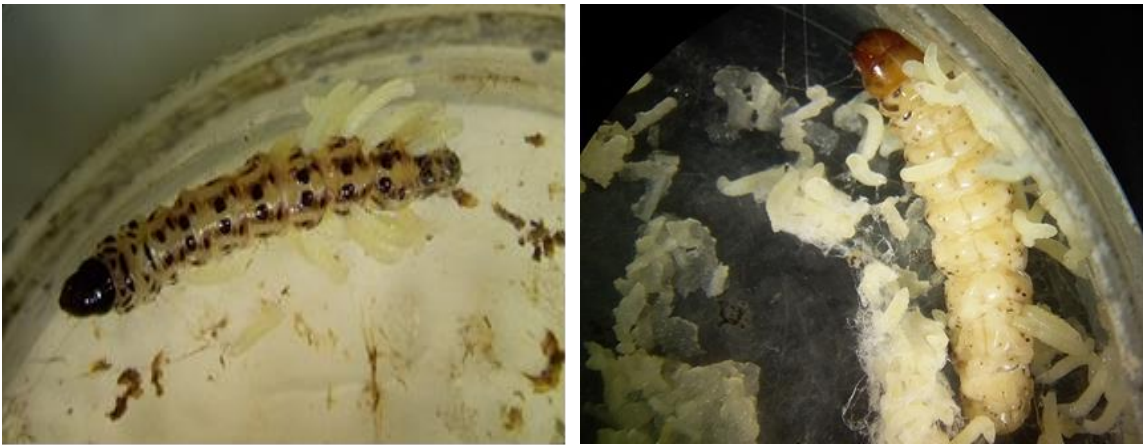


Ilustración 26: Resultados de parasitismos por *C. flavipes* en larvas de *D. busckella*.

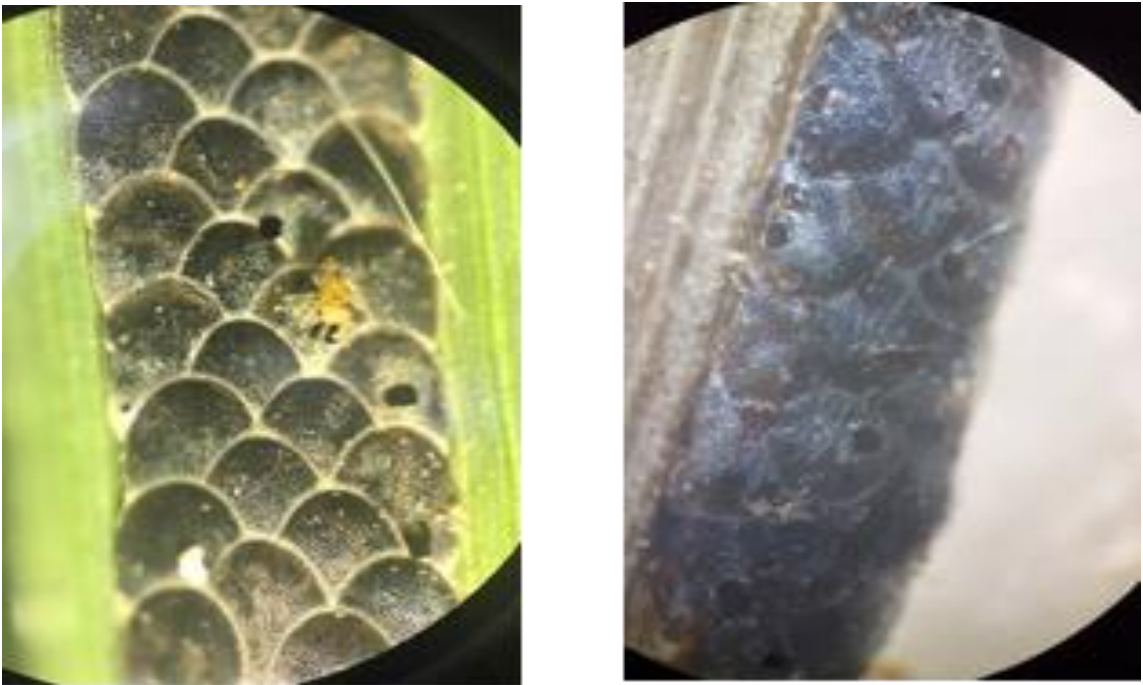


Ilustración 27: Resultados de parasitismos en posturas de *Diatraea* spp. por *T. exiguum*.

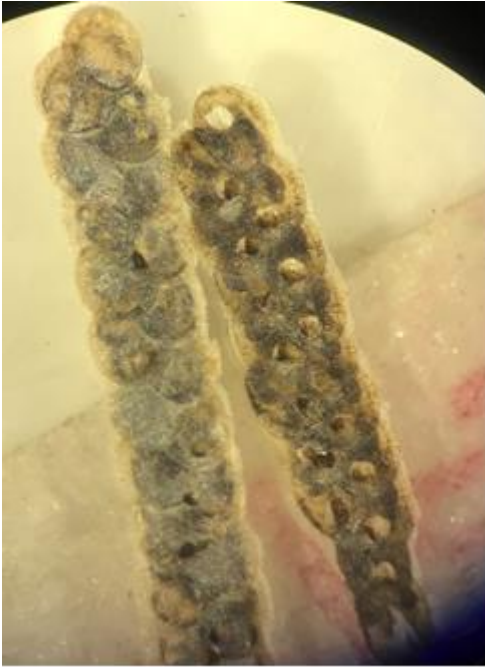


Ilustración 28: Resultados de parasitismo por enemigo natural del género *Telenomus* sp.



Ilustración 29: Visita académica por la tutora de acompañamiento de pasantía.

CONCLUSIONES

Los controles de calidad sobre los insectos producidos en laboratorio son necesarios para verificar que se sostienen en el tiempo características deseables de la especie en estado silvestre, es decir, su agresividad, actividad parasitaria y vigorosidad; además de controlar las anomalías que se puedan presentar durante la producción de estos como huevos no parasitados por *T. exiguum* en las cartulinas o individuos atípicos (sin alas, sin patas, alas o abdomen quemado, alas no desarrolladas, etc.) y asegurar que se estén llevando a campo el número de individuos recomendados para los controles definidos para cada lote.

La identificación de la especie sobre todo en el caso de *T. exiguum* es primordial dado que, aunque no ocurrió durante la duración de la pasantía, los laboratorios entregan material que ha sido contaminado durante el proceso de producción y por otro lado *T. pretiosum* también parasitoide de posturas, ha demostrado en estudios realizados por Cenicaña que no actúan sobre las posturas de *Diatraea* spp. Es decir que, si no ocurre una buena identificación, estaríamos dejando los campos desprotegidos y a merced del insecto plaga.

Es importante enfocar la mirada en los controladores naturales (*G. jaynesi*, *Alabagrus* sp. y *Telenomus* sp.) que como su nombre lo indica no son producidos en laboratorios ni liberados, pero mantienen un porcentaje pequeño de acción sobre la plaga haciendo parte de la represión, no obstante, no se le han brindado en campo condiciones adecuadas para que se establezca y crezca con la ayuda de plantas nectaríferas tal y como lo indica el Dr. Germán Vargas en sus informes sobre control biológico.

La proporción de *Diatraea* spp. con el paso del tiempo nos ha mostrado lo dinámicas que estas pueden ser, y que en muchas ocasiones no crecen o decrecen en función ni del clima ni de las variedades de caña, pero sí que en especial *D. busckella* ha llegado a desplazar a las otras especies, puntualmente a *D. saccharalis* que hasta hace un par de años dominaba el compendio de especies contrario a lo que hoy sucede, pues *D. busckella* comprende más del 50% en la proporción, lo que indica que es posible que aumenten los daños repentinamente afectando por ende, las producciones en toneladas de caña por hectárea.

En un análisis general, podemos decir que es necesario mantener los controles que se han tomado sobre *Diatraea* spp. como los monitoreos para permitir tener una idea de los comportamientos y tratar de definir la dinámica de estas así como planes de acción específicos, efectivos y eficientes, cerrando todo tipo de brechas del insecto plaga para lograr mantener estas poblaciones en niveles de daño económicamente aceptables como hasta ahora, al igual que sus controladores biológicos asegurando el número de individuos según las recomendaciones establecidas, agresivos en la búsqueda de su hospedero y completamente vigorosos.

BIBLIOGRAFIA

- cenicaña. (29 de Mayo de 2014). *Control biológico - cenicaña*. Obtenido de Los barrenadores de la caña de azúcar, *Diatraea* spp., en el Valle del río Cauca: investigación participativa con énfasis en control biológico: https://www.cenicana.org/pdf_privado/no_clasificacion/6625.pdf.
- Gaviria, J. (26 de Agosto de 2018). Qué es el control biológico y para qué nos sirve. (D. Botia, Entrevistador)
- Gaviria, J. (16 de Mayo de 2019). Descripción de *C. flavipes* y modo de acción en campo. (J. D. Botia, Entrevistador)
- Gómez, A., Díaz, E., & Lastra, L. A. (1996). *Reconocimiento de las especies de Trichogramma asociadas con la caña de azúcar en Colombia*. Obtenido de REVISTA COLOMBIANA DE ENTOMOLOGÍA: <file:///C:/Users/csemilla/AppData/Local/Microsoft/Windows/INetCache/Content.Outlook/7YH6AINR/Gomez%20et%20al.%201996%20Trichogramma%20Colombia.pdf>
- Manuelita Azucar y Eneregía S.A. (25 de Febrero de 2016). *PLATAFORMAS DE NEGOCIO*. Obtenido de <https://intranet.manuelita.info/uncategorized/plataformas-de-negocio/>
- Manuelita Azucar y Energía S.A. (25 de Febrero de 2016). *Historia* . Obtenido de <https://intranet.manuelita.info/uncategorized/historia/>
- Osorio, P. (2018). *Preferencia de C. flavipes (Hymenoptera: Braconidae) sobre barrenadores Diatraea spp. (Lepidoptera: Crambidae) de caña para panela*. Obtenido de http://bdigital.unal.edu.co/64480/1/preferencia_Cotesia_flavipes.pdf
- Perkins ltda. (s.f.). *TRICHOGRAMMA*. Obtenido de <http://perkinsltda.com.co/services/trichogramma/>
- Vargas, G. (Noviembre de 2015). *Retos y oportunidades en el manejo de los barrenadores del tallo, Diatraea spp.* Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/289374700_Retos_y_oportunidades_en_el_manejo_de_los_barrenadores_del_tallo_Diatraea_spp
- Guedez, Clemencia & Castillo, Carmen & Cañizales, Luis & Olivar, Rafael & Coronado, Adolfo. (2019). CONTROL BIOLÓGICO: UNA HERRAMIENTA PARA EL DESARROLLO SUSTENTABLE Y SOSTENIBLE. "Biological control" a tool for sustaining and sustainable development.