

**Evaluación del daño causado por *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae), en el cultivo orgánico de *Saccharum officinarum* Var. Canal Point 57603, en el municipio de San Agustín-Huila.**

Edgar Esaú Realpe

Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD)

Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente (ECAPMA)

Programa de Agronomía

Pitalito

Abril 2019

**Evaluación del daño causado por *Diatraea saccharalis* (Lepidopera: Cambridae), en el cultivo orgánico de *Saccharum officinarum* Var. Canal Point 57603, en el municipio de San Agustín-Huila.**

Edgar Esaú Realpe

Trabajo de grado para optar al título de Agrónomo

Asesora:

PhD. Nelly María Méndez Pedroza

Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD)

Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente (ECAPMA)

Programa de Agronomía

Pitalito

2019

**Nota de Aceptación:**

---

---

---

---

---

---

---

---

**Firma del presidente del Jurado**

---

**Firma del Jurado**

---

**Firma del Jurado**

**Pitalito, julio de 2019**

### **Dedicatoria**

El presente trabajo está dedicado especialmente, a Dios, por darme la oportunidad de cumplir un sueño más, a mi esposa y mis hijos que son la razón de ser y a la comunidad académica que colaboró con el acompañamiento profesional para desarrollar el proyecto.

### **Agradecimientos**

A los productores que dieron apoyo e información.

A docentes y tutores que permitieron y acompañaron la iniciativa.

## Resumen

La evaluación del daño causado por *Diatraea saccharalis*, en el cultivo orgánico de *Saccharum officinarum* Var. Canal Point 57603 en el municipio de San Agustín-Huila, se llevó a cabo en el año 2017, este proyecto se desarrolló teniendo en cuenta la metodología propuesta para dar cumplimiento a los objetivos aquí plasmados, que permitieron comparar el efecto de los hiperparasitoides *Methagolistinum minense* y *Trichogramma spp.*, en la regulación de las poblaciones de *Diatraea spp* en cada uno de los lotes seleccionados, representados por códigos en la asociación “Asoproomac “en el municipio de San Agustín Huila

Se empleó la metodología Cuantitativa con Diseño de Bloques al Azar (DBA) lo cual fue aplicada en cada uno de los once (11) lotes objeto del estudio en donde se desarrolló 6 pasos. Determinación del Porcentaje de Infestación y Porcentaje de Índice de Infestación (Nivel de Daño), como variables del estudio. Liberación de los parasitoides *Trichogramma exiguum*, *Taquinida Lydella minense*, como controladores biológicos de *Diatraea Spp*. Se repitieron los pasos uno y dos en cada uno de los lotes de estudio. Se compararon los resultados teniendo en cuenta el muestreo inicial y el muestreo final, a través de un análisis estadístico de varianza y separación de medias. En este paso se identificó el efecto de los tratamientos sobre el rendimiento y productividad de la variedad caña Canal Point 56-603 en el área del estudio, teniendo en cuenta la metodología empleada para la medición del porcentaje de Intensidad de Infestación o Nivel de Daño.

Al finalizar la investigación de campo se obtienen los siguientes resultados: Porcentaje de Infestación Inicial para los once (11) lotes fue de 86.36% y el final con el 75.90%; el porcentaje promedio de Intensidad de Infestación o nivel de daño **Inicial** en los once (11) lotes, alcanzo un valor promedio de **11,21%** daño catalogado como **Medio**; el porcentaje promedio de Intensidad de Infestación o nivel de daño **Final** en los once (11) lotes fue de un valor promedio de **8.37 %** daño catalogado como daño **Moderado**, los códigos de lotes 3-008, 3-001, 3-011,3-020 presentaron daño severo.

Palabras clave: Control biológico, caña panelera, barrenador de la caña, nivel de daño

## Abstract

The evaluation of the damage caused by *Diatraea saccharalis*, in the organic culture of *Saccharum officinarum* Var. Canal Point 57603 in the municipality of San Agustín-Huila, was carried out in 2017, this project was developed taking into account the methodology proposed to comply with the objectives set out here, which allowed us to compare the effect of *Methagolistinum minense* hyperparasitoids and *Trichogramma* spp., in the regulation of *Diatraea* spp populations in each of the selected lots, represented by codes in the association "Asoproomac" in the municipality of San Agustín Huila.

The Quantitative methodology with Randomized Block Design (DBA) was used, which was applied in each of the eleven (11) lots object of the study where 6 steps were developed. Determination of the Infestation Percentage and Infestation Index Percentage (Damage Level), as study variables. Release of the *Trichogramma exiguum*, *Taquinida Lydella minense* parasitoids, as biological controllers of *Diatraea* Spp. Steps one and two were repeated in each of the study lots. The results were compared taking into account the initial sampling and the final sampling, through a statistical analysis of variance and separation of means. In this step, the effect of the treatments on the yield and productivity of the Canal Point 56-603 cane variety in the study area was identified, taking into account the methodology used to measure the percentage of Infestation Intensity or Damage Level.

At the end of the field investigation the following results are obtained: Initial Infestation Percentage for the eleven (11) lots was 86.36% and the final one with 75.90%; the average percentage of Infestation Intensity or Initial damage level in the eleven (11)



lots, reached an average value of 11.21% damage listed as Medium; The average percentage of Infestation Intensity or level of Final damage in the eleven (11) lots was an average value of 8.37% damage listed as Moderate damage, lot codes 3-008, 3-001, 3-011.3 -020 showed severe damage.

Key words: Biological control, sugar cane, stem borer, damage level.

## Tabla de contenido

<b>Resumen</b> .....	6
<b>Abstract</b> .....	8
<b>Índice de figuras</b> .....	12
<b>Índice de tablas</b> .....	14
<b>Introducción</b> .....	15
<b>Objetivo General</b> .....	16
<b>Objetivos Específicos</b> .....	16
<b>Justificación</b> .....	19
<b>Marco teórico</b> .....	20
<b>Caña de azúcar.</b> .....	20
<b>Morfología</b> .....	21
<b>Requerimientos del cultivo</b> .....	23
<b>Condiciones agroecológicas</b> .....	25
<b>Producción Nacional</b> .....	26
<b>Plagas de la caña de azúcar</b> .....	31
<b>Control Biológico</b> .....	37
<b>Parasitoides</b> .....	40
<b>Trichogramma spp</b> .....	43
<b>Métodos de liberación</b> .....	44

<b>Análisis económico del control biológico <i>Diatraea Spp</i></b> .....	48
<b>Marco legal</b> .....	50
<b>Marco contextual</b> .....	51
<b>Localización y características del área de influencia del estudio</b> .....	51
<b>Materiales y metodos</b> .....	53
<b>Fundamentos metodológicos</b> .....	53
<b>Tratamiento de Datos</b> .....	53
<b>Resultados y discusión</b> .....	61
<b>Porcentaje de Infestación</b> .....	61
<b>Análisis de la varianza</b> .....	62
<b>Efecto de la implementación del control biológico sobre la producción y el rendimiento de caña y panela.</b> .....	65
<b>Conclusiones</b> .....	69
<b>Bibliografía</b> .....	72
<b>Anexos</b> .....	76

## Índice de figuras

Figura 1. Canal point 57-603 .....	30
Figura 2. POJ Pegueta.....	29
Figura 3. RD 75-11 .....	30
Figura 4. C.C.9377-11 .....	30
Figura 5. C.C.91-15-55 .....	31
Figura 6. Especies de <i>Diatraea</i> spp en el Valle del Rio Cauca (Vargas, 2015).....	32
Figura 7. Ciclo biológico de <i>Diatraea saccharalis</i> Fabricius (Sillón, 2008).....	32
Figura 8. Huevo (Cenicaña). .....	33
Figura 9. Larva de <i>D. sacharalis</i> .....	34
Figura 10. Pupa de <i>D sacharalis</i> (Cenicaña, 2009).....	34
Figura 11. Adulto <i>D saccharalis</i> (Cenicaña, 2009). .....	35
Figura 12. Necrosis celular de caña joven.....	36
Figura 13. Cañas barrenadas. ....	36
Figura 14. Modo de Acción. ....	41
Figura 15. Método de Liberación y Producción.....	42
Figura 16. Liberación de adultos en recipientes.....	45
Figura 17. Liberaciones en sitios fijos. ....	46
Figura 18. <i>Trichogramma</i> spp emergida. ....	47
Figura 19. Identificación de Larva de <i>Diatraea</i> Spp.....	54
Figura 20. Fórmulas para cálculo de las variables (Cenicaña, 2019).....	54
Figura 22. Liberación de parasitoides <i>Trichograma</i> spp.....	56
Figura 23. Distribución diagrama de liberación en un lote .....	57

Figura 24. Distribución de puntos de liberación de la avispa <i>T. exiguum</i> . Cenicaña (2009). .	57
Figura 25. Hembra de <i>L. minense</i> expulsando los maggots .....	58
Figura 26. Larva de <i>L. minense</i> saliendo de larva de su .....	58
Figura 27. Distribución de puntos de liberación de las moscas taquinidas (Cenicaña, 2009).	59
Figura 28. Evidencias de liberación de parasitoides <i>Methagolistinum minense</i> .....	59

## Índice de tablas

Tabla 1. Taxonomía de la caña de azúcar. ....	20
Tabla 2. Componentes del tallo.....	22
Tabla 3. Composición de la caña de azúcar. ....	22
Tabla 4. Caña panelera en Colombia. ....	27
Tabla 5. Producción departamento del Huila.....	28
Tabla 6. Producción de caña en San Agustín.....	29
Tabla 7. Daños .....	37
Tabla 8. Control biológico .....	39
Tabla 9. Infestación .....	47
Tabla 10. Costos control biológico. ....	49
Tabla 11. Marco Legal .....	50
Tabla 12. Zona y sitios de muestreo de poblaciones de <i>Diatraea</i> spp.....	52
Tabla 13. Nivel de Daño o Porcentaje Intensidad de Infestación (I.I.).....	55
Tabla 14. Porcentaje de Infestación inicial y final.....	61
Tabla 15. Porcentaje de Infestación Inicial y Final.....	62
Tabla 16. Porcentaje Intensidad de Infestación (I.I.) o Nivel de Daño.....	63
Tabla 17. Porcentaje Intensidad de Infestación (I.I.) o Nivel de Daño Inicial y Final .....	64
Tabla 18. Materia prima recuperada .....	66
Tabla 19. Cálculo de ingresos por efecto de la aplicación de los tratamientos de estudio .....	67

## Introducción

El cultivo de caña de azúcar en Colombia es uno de los más representativos dentro de los encadenamientos productivos, entre los departamentos con mayores índices de producción se encuentra el departamento del Huila ya que gracias a las condiciones agroecológicas es sencillo para este cultivo ajustarse a los tipos de suelos y variación climatológica que favorecen el buen desarrollo vegetativo del mismo.

La caña es una de las mayores fuentes de ingresos para los municipios productores de panela, aproximadamente veintidós (22) municipios ubicados principalmente en el occidente, centro y sur del departamento del Huila cuentan con cerca de 5.327 hectáreas cosechadas anualmente, de los cuales el 29.67 % corresponde al municipio de San Agustín siendo uno de los mayores aportantes de caña de azúcar para la producción de panela (Ministerio de agricultura y desarrollo rural, 2006).

Mediante la evaluación del daño causado por *Diatraea saccharalis*, en el cultivo orgánico de *Saccharum officinarum* Var. Canal Point 57603, en el municipio de San Agustín-Huila, se obtendrán datos que ayudarán en la toma de decisiones en lo referente al control biológico, en la etapa de desarrollo de la caña comprendida entre los uno (1) y nueve (9) meses de edad para confirmar que este método es uno de los mejores mecanismos para el control de la plaga.

De igual manera se determinará las relaciones que puedan existir entre los factores fenológicos propios del cultivo de caña de azúcar, en donde se pueda identificar la presencia o ausencia de *Diatraea spp.* Mediante la toma de datos en campo en once (11) unidades productivas.

## Objetivos

### Objetivo General

Evaluar el daño causado por *Diatraea saccharalis*, en el cultivo orgánico de *Saccharum officinarum* Var. Canal Point 57603 en el municipio de San Agustín-Huila.

### Objetivos Específicos

- Implementar un método de regulación biológico para la disminución del daño causado por *Diatraea* spp., mediante liberaciones de *Methagolistinum minense* y *Trichogramma spp.* en el Municipio de San Agustín-Huila.
- Comparar el efecto de los hiperparasitoides *Methagolistinum minense* y *Trichogramma spp.*, en la regulación de las poblaciones de *Diatraea* spp., en el Municipio de San Agustín-Huila.



## Planteamiento del problema

El daño mecánico causado por el alto porcentaje de infestación de la *Diatraea* spp., en los cultivos de caña, tiene como efecto negativo, las pérdidas en producción por disminución de la calidad de la caña, que es materia prima para producción de panela, afectando aproximadamente 12.583 hectáreas de caña sembradas en el departamento del Huila; con producción de 42.472 toneladas de panela año, con un área cosechada al año de 5.327 hectáreas, que representa el 42.3% del área total sembrada (Garay Suaza, 2012).

Son más de 1.200 familias paneleras que se benefician de este renglón productivo de caña de azúcar en el municipio de San Agustín, de los cuales las pérdidas se estiman en 0.46 % que representa 408 toneladas de panela que a un precio promedio de 1.500 kg sumaría \$612.000.000 (Fedepanela, 2015), dinero que se estaría perdiendo por el daño causado por infestación de la *Diatraea* spp.

La problemática se agudiza con la aplicación de insecticidas, que los productores compran y manejan de manera empírica en el cultivo de caña para el control de la *Diatraea* spp, generando efectos negativos en el deterioro del habitat y pérdidas de especies y acumulación de tóxicos al suelo y las aguas, así como afectaciones a la salud (Ecologistas en Acción, 2005). En los cultivos de caña de azúcar afectados por esta plaga, los insecticidas se utilizan en situaciones de emergencia mediante la autorización de entidades gubernamentales como el ICA en Colombia (Gutiérrez y Gómez, 2009). Debido a la alta incidencia de infestación de barrenadores del tallo (*Diatraea* spp) en los cultivos de caña en los últimos años en el municipio de San Agustín y dado el incremento de nuevas áreas sembradas de caña, se hace necesario investigar y conocer de

manera detallada las condiciones agronómicas, las variedades, el manejo y control que se le está dando a esta problemática.

## Justificación

El municipio de San Agustín desarrolla como primera actividad económica la agricultura, siendo de gran interés adelantar esta propuesta de investigación, la cual tiene como finalidad la evaluación al daño causado por *Diatraea saccharalis*, en el cultivo orgánico de *Saccharum officinarum*. Var Canal Point 57603, en el municipio de San Agustín-Huila. El cultivo de caña de azúcar es considerado el segundo renglón de la economía local como materia prima de un producto producido en la región por muchas generaciones como es la panela, la cual es el sostén de más de 1.200 familias campesinas, las cuales emplean diferentes mecanismos para transformar la caña en panela.

La implementación del control biológico es un aporte desde la agricultura limpia, con un alto impacto ambiental, teniendo en cuenta que existen en la naturaleza relaciones entre los organismos que pueden ayudar a los agricultores a regular problemas fitosanitarios, contribuyendo a la reducción de poblaciones de insectos plaga sin recurrir, ni exclusiva ni excesivamente, a la utilización de productos de síntesis química, como insecticidas (UNISARC, 2012).

En Colombia existen abundantes ejemplos exitosos de aplicación del control biológico, pudiendo hacer referencia al empleo de avispas parasitoides de huevos *Trichogramma spp.* Adicionalmente, en el manejo de poblaciones de *Diatraea saccharalis* en cultivos de caña de azúcar, se están implementando otros agentes controladores, como las moscas taquinidas *Lidella (Metagonistylum) minense*. y *Paratheresia claripalpis*. La implementación del control biológico para el cultivador de caña resulta productivo y rentable, pues al liberar en campo los parasitoides es posible llegar a reducir hasta el 3% de intensidad de infestación, teniendo en cuenta que por cada punto porcentual se recupera una tonelada de caña por hectárea (Cenicaña, 2015).

## Marco teórico

### Caña de azúcar.

El nombre científico de *Saccharum* proviene de las Karkara y sakkara que a su vez significa (grava negra) en referencia a los cristales de azúcar que se forman en el jarabe oscuro al extraer los jugos de la caña. De nombre común Caña de azúcar es conocida con otros nombres como caña de castilla, caña dulce, cañaduz, cañamelar, cañamiel y Sa-kar (Rangel, 2006).

Es importante destacar que no existen diferencias marcadas entre variedades de caña para panela o azúcar; sólo hay diferencias en tecnologías de producción y la función objetivo del sistema. Sin embargo, vale la pena resaltar que algunas características agronómicas o industriales exigidas por la industria azucarera no son estrictamente aplicables a la producción panelera (Rangel, 2006).

### Tabla 1.

*Taxonomía de la caña de azúcar.*

<b>TAXONOMIA</b>	
Reino:	Vegetal
División:	Magnoliophyta
Clase:	Angiospermae
Subclase:	Monocotyledoneae
Súper Orden:	Commelinidae
Orden:	Commelinales
Familia:	Poaceae
Género:	<i>Saccharum</i>
Especie:	<i>Officinarum</i> L

La tabla 1 muestra la clasificación taxonómica de la caña de Azúcar (Diaz y Portocarrero, 2002).

La caña entró a la Nueva Granada con Pedro de Heredia y Sebastián de Belalcázar. Heredia, la ingreso por el caribe en 1533, cuando fundo a Cartagena; y Belalcázar, por el sur en 1541 cuando regresaba de España, donde la planto en su finca “La Estancia” del municipio de Yumbo cerca de la ciudad de Cali. (López, 2015).

### **Morfología**

Las partes básicas de una planta que determinan su forma son: la raíz, el tallo, la hoja. Todas cumplen una función específica y están estrechamente relacionadas entre sí:

**La raíz.** Es de tipo fibroso, conocida en la industria azucarera latinoamericana como cepa, se extiende hasta 80 cm de profundidad cuando los suelos son profundos, el 80% de la misma se encuentra regularmente en los primeros 35 cm del suelo. La raíz es una parte esencial de la planta ya que permite la absorción de nutrimentos y agua, además del anclaje de la planta, especialmente necesario en plantaciones cosechadas mecánicamente, ya que la cosechadora remueve las raíces cuando éstas son muy superficiales y cuando están asociadas con suelo arenoso (“Caña de azúcar”, 2016).

**El tallo.** Este es el órgano de más importancia en la planta de la caña de azúcar *Saccharum officinarum*, ya que es en el tallo donde se acumulan los azúcares; la cantidad, el grosor, color y el modo de desarrollo o crecimiento dependen de la variedad. La extensión de los tallos depende ampliamente de las características ambientales del lugar y de la variedad que se utilice y el manejo que se realice. Los tallos se pueden clasificar de la siguiente manera: primarios, secundarios o terciarios (López, 2015).

**Tabla 2.***Componentes del tallo*

<b>Componente</b>	<b>% de jugo</b>
Agua	73-73
Sacarosa	8-15
Fibra	11-16

La tabla 2 enumera los principales componentes del tallo de la planta de caña de azúcar (Perafán, 2002).

**Tabla 3.***Composición de la caña de azúcar.*

<b>Componente</b>	<b>% de jugo</b>
Glucosa	0.2-0.6
Fructosa	0.2-0.6
Sales	0.3-0.8
Ácidos orgánicos	0.1-0.8
Otros	0.3-0.8

La tabla 3 muestra la composición del jugo de caña (Perafán, 2002).

**La hoja.** Esta parte de la planta se forma en los nudos y se reparte de forma alterna en el tallo a lo largo de su extensión. Cada una de las hojas están formadas por la lámina foliar, por la yagua y la vaina. Cuando se la fusión de estas dos partes se le da el nombre de lígula, la cual posee en su extremo una aurícula que desarrolla una variable pubescencia. Lo que conocemos como lámina foliar es esa parte de más importancia en la fase de fotosíntesis, la ubicación de esta en la planta depende de la variedad. La lámina foliar posee a lo largo de su forma la nervadura central y posee algunas protuberancias de manera aserrada en el borde. Dependiendo de cuál sea la variedad se define en la planta el color de la hoja, en algunos casos puede ser verde claro y variar a verde oscuro. Aspectos como la extensión y el anchor también es diferente de acuerdo con la variedad (López, 2015).

## **Requerimientos del cultivo**

**Requerimientos Edáficos.** Según López (como se citó en Chávez, 2002), la producción de *Saccharum officinarum* (caña de azúcar) para la elaboración de miel y de panela se puede realizar en una diferenciada y alta serie de suelos, pero los más óptimos son los suelos franco-arcillosos, con un buen drenaje de amplia profundidad; debido a que los suelos pobres de drenaje producen a que se den producciones de cultivo pero también permiten que se den cañas de porte robusto y exuberante que termina volcadas con pocas concentraciones de sacarosa, lo cual no es deseado para la producción de panela y de miel. El óptimo pH se localiza entre los 5.5 y 7.5, sin embargo, el punto óptimo de PH esta entre 6.0 y 8.0 8.0.

Cuando en el cultivo cuenta con sistemas de riego se obtienen mejores rendimientos que en cultivos sin riego. El cultivo de la caña también se puede dar en suelos marginales como por ejemplo los suelos arcillosos y arenosos pero que tengan amplio drenaje. Los suelos no recomendados para la producción de caña de azúcar son los suelos limosos y los suelos franco-limosos (López, 2015).

**Requerimientos Nutricionales.** De acuerdo con López (como se citó en Chaves, 2002), por el carácter de rusticidad de la planta y de acuerdo con la fertilidad que posea el suelo se crea una vinculo importante, la planta de caña de azúcar es parcialmente resistente o tolerante a suelos que contengan existencia de aluminio intercambiable, esto facilita el desarrollo y crecimiento de las plantas en el manto subsuperficial de los suelos donde se establece el cultivo.

Teniendo en cuenta a López (como se citó en Chávez, 2002), la planta de la caña de azúcar se encuentra entre el grupo de las C4, esta en cuanto al uso los nutrientes del suelo son considerados como muy eficientes. El equivalente a una tonelada (1000 kilos) de caña de azúcar

variedad POJ 2714, extrae un promedio de 1.3 y 1.5 Kg de Nitrógeno (N), entre 0.6 y 0.9 Kg de Fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), 6 Kg de Potasio (K<sub>2</sub>O), 1.5 Kg de Calcio (CaO) y 1.3 Kg de Magnesio (MgO).

Estos elementos son conocidos como elementos mayores o macronutrientes porque son requeridos por las plantas en mayor proporción, mientras que los 28 elementos menores o micronutrientes son requeridos en cantidades más pequeñas, queriendo decir que los micronutrientes son igual de importantes que los macronutrientes, entonces lo más aconsejable es realizar un análisis de suelos completo, que nos determinará las cantidades de fertilizantes correctas a utilizar (López, 2015).

También hay que tener en cuenta que la aplicación del correctivo (fertilizantes) se debe dar unos tres o cuatro meses antes de la siembra para darle tiempo al suelo para que corrija su deficiencia, si el suelo la posee (López, 2015).

***Requerimientos climáticos.*** Se enumeran a continuación de acuerdo con López (como se citó en Gómez et. al., 2009):

**Altitud:** Para un buen desarrollo del cultivo se recomienda que la altura este entre los 550 1600 (msnm) metros sobre el nivel del mar, sin embargo este cultivo se puede establecer hasta alturas cercanas a los 2000 (msnm) con menores rendimientos de producción

**Temperatura:** Con temperaturas de 5 a 26 °C se obtiene miel y el mayor rendimiento en la producción de panela, también con temperaturas promedio de 21 a 30 °C se obtiene buen rendimiento en el cultivo. La variación de temperatura entre el día y la noche con cambios por encima de los 8°C, favorecen la creación de cristales de azúcar también conocidos como (sacarosa), materia necesaria para que se dé una miel de buena calidad y la producción de panela.



Luminosidad: Esta se recomienda que varíe entre 6 y 9 horas diarias de brillo solar.

Cuando las plantas se desarrollan bajo características de baja intensidad lumínica se dan plantas de tallos alargados y no muy gruesos, sistemas foliares muy angostos y con un color amarillo.

Precipitación: De 1.500 a 1.700 milímetros de precipitación anuales es la necesidad más importante del cultivo y se considera que es más que suficiente, el aumento o disminución de esta, puede generar en el cultivo baja producción y una baja cantidad de toneladas de caña por hectárea.

Vientos: Cuando los vientos son demasiado fuertes producen en las plantas de la caña de azúcar un volcamiento en el cual se afecta la plantación. Los vientos con características más secas y de corrientes cálidas producen el aumento de la transpiración de la planta y se produce un reseca miento del suelo, por lo cual las exigencias de agua por parte de la planta son más altas, Sin embargo, lo más importante respecto a los vientos en la producción de la caña de azúcar es que no se den huracanes ya que estos arrancarían casi completamente la planta afectando así su sistema radicular y el sistema foliar, particularmente en el nordeste del departamento de Antioquia no tenemos esta clase de problemas ya que los sistemas montañosos y los bosques nativos hacen las veces de barreras naturales contra los huracanes.

### **Condiciones agroecológicas**

La caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) tiene su origen genético en Nueva Guinea. La planta pertenece a la familia de las gramíneas, es una planta C4 con alta eficiencia fotosintética. Según variedad y condiciones locales, la planta forma entre 4 y 12 tallos que pueden crecer hasta 3 – 5 m de altura. El contenido de azúcar (sacarosa) oscila entre 11 y 16% (Naturland, 2000).

Las condiciones agroecológicas características del cultivo de caña de azúcar son de clima templado con temperaturas promedias comprendidas entre 15° y 22°C superando con frecuencias diferencias de 9°C entre las temperaturas mínimas y máximas lo cual contribuyen a la concentración de azúcares en la planta. Los niveles de pluviosidad varían entre 1.500 y 2.500 mm anuales, con una distribución de lluvias que alterna los periodos de la pluviosidad de marzo a mayo y de septiembre a noviembre, con los periodos secos de diciembre a febrero. La humedad relativa, dependiendo de las épocas de invierno y verano, varían sus valores medios entre 70 y 80%. El brillo solar presenta valores propicios para el cultivo de caña con promedios de 4 y 6 horas luz diarias (Corpoica, 2007).

El cultivo de la caña de azúcar se desarrolla principalmente en el sur del departamento del Huila, en la franja altimétrica entre 1450 y 1850 m.s.n.m. Las condiciones fisiológicas en que se desarrolla el cultivo de esta especie de caña son áreas de pendientes medias a altas con inclinaciones que oscilan entre el 10 y el 35%.

### **Producción Nacional**

La producción panelera en Colombia se desarrolla simultáneamente en diferentes contextos regionales, con sus propias especificidades tecnológicas siendo una actividad económica frecuente en casi todos los departamentos del país. Las regiones colombianas más productoras de panela son Cundinamarca, Santander, Boyacá Antioquia, Nariño, departamentos que concentran más de las dos terceras partes de la producción nacional. Los mayores rendimientos se alcanzan en la región de la Hoya de río Suarez (ubicada en los departamentos de Boyacá y Santander).

**Tabla 4.**  
*Caña panelera en Colombia.*

<b>Departamento</b>	<b>Sup. (Ha)</b>	<b>Prod. (Tm.)</b>	<b>Rend. (Tm/Ha)</b>	<b>Sup. Part (%)</b>	<b>Prod. Part (%)</b>
Santander	23531	375744	16	9,6	23
Cundinamarca	58940	256448	4,4	24,0	15
Boyacá	17047	237078	13,9	6,9	14
Antioquia	39039	157492	4	15,9	10
Nariño	15727	130792	8,3	6,4	8
Huila	12118	121404	10	4,9	7
Tolima	15425	82887	5,4	6,3	5
Cauca	14897	65456	4,4	6,1	4
Caldas	15938	64013	4	6,5	4
Norte	10230	44085	4,3	4,2	3
Santander					
Valle	5552	27483	5	2,3	2
Bolívar	2246	22400	10	0,9	1
Risaralda	4156	21117	5,1	1,7	1
Caquetá	3005	16231	5,4	1,2	1
Cesar	2835	12193	4,3	1,2	1
Meta	1024	8332	8,1	0,4	1
Putumayo	1383	4444	3,2	0,6	0
Arauca	886	2752	3,1	0,4	0
Chocó	1501	2562	1,7	0,6	0
Quindío	257	2286	8,9	0,1	0
Sucre	247	1838	7,4	0,1	0
La guajira	21	168	8	0,0	0
Córdoba	54	138	2,6	0,0	0
<b>Total, General</b>	<b>246059</b>	<b>1657343</b>	<b>6,7</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

La Tabla 4 muestra la superficie cultivada, producción y rendimiento de caña panelera en Colombia con la distribución por departamentos en 2003 (Ministerio de agricultura y desarrollo rural, 2006).

El área sembrada en el departamento del Huila es de 12.118 hectáreas, donde los municipios de Isnos y San Agustín representan el 66% del total de área sembrada en el departamento, discriminada de la siguiente manera: Isnos posee 7.400 Ha y San Agustín 2.127 Ha.

**Tabla 5.**  
*Producción departamento del Huila*

Municipios	Área. Plant. 31/12/16	Área cosechada 2016	Total sembrada 31/12/2016	Prod./ton. ene-dic- 16	Mnto ton/ha ene-dic- 2016	Promedio product. \$/ton.	Promedio establec. \$/ha.	Promedio sostenim. \$/ha.
<b>NORTE</b>	<b>2.682,6</b>	<b>1.154,6</b>	<b>2.745,1</b>	<b>6.322,90</b>	<b>5,48</b>			
Neiva	712,5	327,5	736,5	1.965,00	6,00	1.885.000	9.635.055	10.851.505
Aipe	92,0	52,0	93,5	312,00	6,00	1.885.000	9.635.055	10.851.505
Algeciras	306,0	141,0	309,0	705,00	5,00	1.885.000	9.635.055	10.851.505
Baraya	145,0	50,0	145,0	300,00	6,00	1.885.000	9.635.055	10.851.505
Campoalegre	168,5	70,5	169,5	352,50	5,00	1.885.000	9.635.055	10.851.505
Colombia	360,0	129,0	371,0	580,50	4,50	1.885.000	9.635.055	10.851.505
Hobo	17,0	10,0	17,0	60,00	6,00	1.885.000	9.635.055	10.851.505
Iquira	116,6	56,6	116,6	339,60	6,00	1.885.000	9.635.055	10.851.505
Palermo	153,0	58,0	157,0	348,00	6,00	1.885.000	9.635.055	10.851.505
Rivera	167,0	87,0	168,0	478,50	5,50	1.885.000	9.635.055	10.851.505
Santa María	216,0	84,0	219,0	436,80	5,20	1.885.000	9.635.055	10.851.505
Tello	149,0	49,0	163,0	245,00	5,00	1.885.000	9.635.055	10.851.505
Teruel	78,0	38,0	78,0	190,00	5,00	1.885.000	9.635.055	10.851.505
Villavieja	2	2,0	2,0	10,00	5,00	1.885.000	9.635.055	10.851.505
Yaguará	0	0,0	0,0	0,00				
<b>OCCIDENTE</b>	<b>761,8</b>	<b>370,8</b>	<b>763,8</b>	<b>2.305,00</b>	<b>6,22</b>			
La Plata	367,5	174,5	374,5	1.134,25	6,50	1.885.000	9.635.055	10.851.505
La Argentina	140,5	85,5	143,5	513,00	6,00	1.885.000	9.635.055	10.851.505
Nátaga	82,0	22,0	72,0	110,00	5,00	1.885.000	9.635.055	10.851.505
Paicol	110,3	58,3	112,3	349,50	6,00	1.885.000	9.635.055	10.851.505
Tesalia	61,5	30,5	61,5	198,25	6,50	1.885.000	9.635.055	10.851.505
<b>CENTRO</b>	<b>766,2</b>	<b>361,2</b>	<b>774,2</b>	<b>2.168,46</b>	<b>6,00</b>			
Garzón	98,0	60,0	103,0	390,00	6,50	1.885.000	9.635.055	10.851.505
Agrado	22,7	10,7	22,7	56,71	5,30	1.885.000	9.635.055	10.851.505
Altamira	19,0	10,0	19,0	60,00	6,00	1.885.000	9.635.055	10.851.505
Gigante	164,5	70,5	165,5	458,25	6,50	1.885.000	9.635.055	10.851.505
Guadalupe	52,0	30,0	52,0	180,00	6,00	1.885.000	9.635.055	10.851.505
Pital	158,0	75,0	158,0	412,50	5,50	1.885.000	9.635.055	10.851.505
Suaza	75,0	43,0	75,0	301,00	7,00	1.885.000	9.635.055	10.851.505
Tarqui	177,0	62,0	179,0	310,00	5,00	1.885.000	9.635.055	10.851.505
<b>SUR</b>	<b>8.837,8</b>	<b>4.317,8</b>	<b>8.997,8</b>	<b>32.782,60</b>	<b>7,59</b>			
Pitalito	797,0	382,0	804,0	3.056,00	8,00	1.885.000	9.635.055	10.851.505
Acevedo	196,8	81,8	196,8	572,60	7,00	1.885.000	9.635.055	10.851.505
Elías	23,0	10,0	23,0	70,00	7,00	1.885.000	9.635.055	10.851.505
Isnos	4.346,0	2.176,0	4.447,0	17.408,00	8,00	1.885.000	9.635.055	10.851.505
Oporapa	53,0	28,0	55,0	196,00	7,00	1.885.000	9.635.055	10.851.505
Palestina	31,0	16,0	31,0	112,00	7,00	1.885.000	9.635.055	10.851.505
Salablanca	71,0	31,0	79,0	217,00	7,00	1.885.000	9.635.055	10.851.505
San Agustín	3.292,0	1.581,0	3.334,0	11.067,00	7,00	1.885.000	9.635.055	10.851.505
Timaná	28,0	12,0	28,0	84,00	7,00	1.885.000	9.635.055	10.851.505
<b>TOTAL DPT</b>	<b>13.048,4</b>	<b>6.204,4</b>	<b>13.280,9</b>	<b>43.578,96</b>	<b>7,02</b>	<b>1.885.000</b>	<b>9.635.055</b>	<b>10.851.505</b>

La tabla 5 muestra los resultados de la Evaluación Agrícola Departamento del Huila Año 2015 para el Cultivo de Caña de Azúcar (Secretaría de Agricultura y Minería, Observatorio de Territorios Rurales Evaluaciones Agropecuarias Municipales 2016).

Respecto a la producción de caña panelera el 58% es producido por Isnos y el 16% por San Agustín, siendo estos los mayores productores de caña panelera y del producto obtenido de ella que en este caso es la panela.

**Tabla 6.**  
*Producción de caña en San Agustín*

<b>Municipio</b>	Total plantada 31/12/14	Cosechada <u>2015</u>	Total sembrada 31/12/15	Prod./Ton. Ene-dic-15	Rend. ton/ha ene-dic-15	Precio promedio Producto. \$/ton	Costos promedio Establece.	Costos promedio sostenim. \$/ha
<b>San Agustín</b>	3.282,0	1.625,0	3.292,0	13.000,00	8,00	1.440.000	8.985.445	10.048.225
<b>Total, DPT</b>	12.863,9	6.011,5	13.048,4	42.149,50	8,00	1.440.000	8.985.445	10.048.225

La Tabla 6 contiene la evaluación definitiva para el Año 2015 de producción de caña panelera en el municipio de San Agustín (Secretaría de Agricultura y Minería).

**Varietades de Caña Establecidas en el Municipio de San Agustín:** Son cinco las que más predominan para la producción de panela en el sur del Huila, Canal Point 57-603, RD-75-11, P.OJ pegueta, C.C.937711, CC, 911555; estas dos últimas recomendadas en la evaluación de variedades de caña en el proyecto de ciencia e innovación en el sur del Huila.

*Figura 1.* Canal point 57-603



*Figura 2.* POJ Pegueta



*Figura 3.* RD 75-11



*Figura 4.* C.C.9377-11



**Figura 5.** C.C.91-15-55



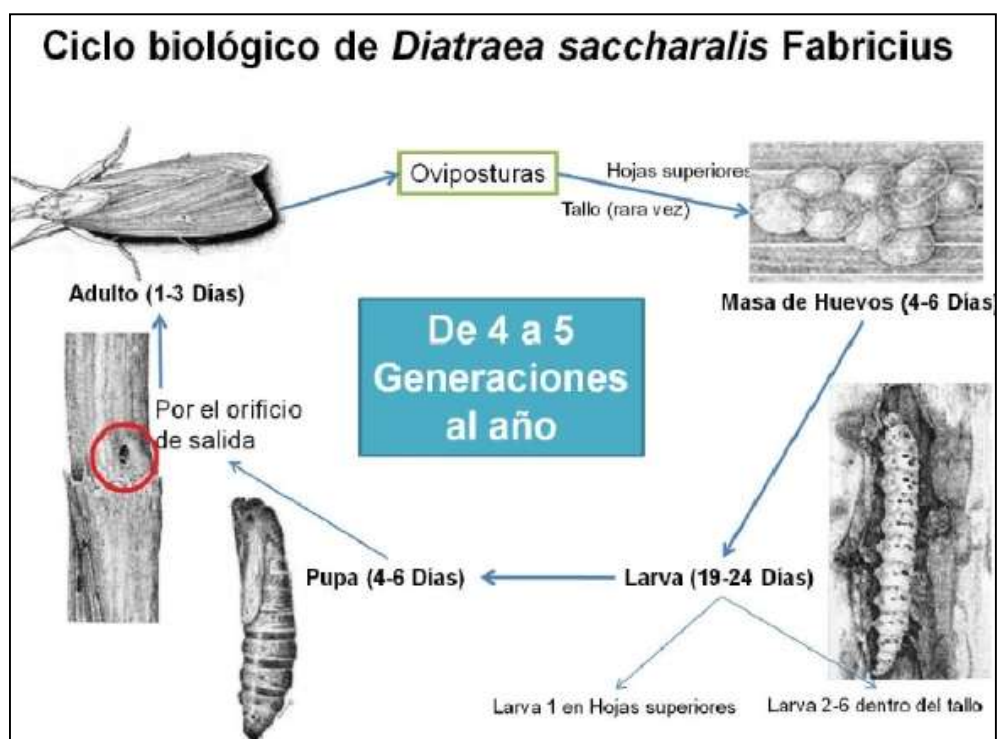
### **Plagas de la caña de azúcar**

***Diatraea spp.*** De acuerdo con Pérez y Martínez (como se citó en CENICAÑA, 1995) los barrenadores del género *Diatraea* (Orden: Lepidóptera; Familia: Pyralidae) son considerados factores limitantes de la producción del cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) y se presentan con una distribución bastante generalizada por toda América. La especie *Diatraea saccharalis* Fabricius, se encuentra distribuida desde Heinrich, *D. centrella* Moeschler, *D. rosa* Heinrich, *D. busckella* Dyar & Heinrich, *D. crambidoidea*, *D. tabernella* Dyar, *D. guatemallela*, *D. lineolata* Walker, *D. impersonatella* Walker, son importantes a nivel suramericano. En Colombia las especies conocidas son: *D. saccharalis*, *D. busckella*, *D. rosa*, *D. impersonatella* y *D. indigenella*. El barrenador del tallo del género *Diatraea* es considerado una de las plagas insectiles problemáticas y difíciles de combatir para los productores de Caña de azúcar.

**Figura 6.** Especies de *Diatraea* spp en el Valle del Rio Cauca (Vargas, 2015).



**Figura 7.** Ciclo biológico de *Diatraea saccharalis* Fabricius (Sillón, 2008).



**Reproducción.** Por lo general se reporta que el ciclo de vida de la plaga dura entre 45 y 60 días dependiendo de la especie y las condiciones del cultivo y la región.



Huevo: Es ovalado y aplanado en su base y mide 1.2 mm; recién puesto es de color blanco cremoso y cuando esta próxima la eclosión se torna rojizo anaranjado con una puntuación negra, el periodo de incubación tarda de 4 a 5 días (Sillón, 2008).

**Figura 8.** Huevo (Cenicaña).



Larva: Las larvas en su primer estadio tienen de 1 a 2 mm de largo, son blancuzcas, con la cabeza negra, y se alimentan inicialmente del parénquima de la hoja antes de ingresar al tallo o la espiga. (Sillón, 2008).



*Figura 9. Larva de D. sacharalis.*



*Figura 10. Pupa de D. sacharalis (Cenicaña, 2009).*

Adultos: Los adultos son polillas de color pajizo, de 15 a 17 mm de longitud. Presentan los palpos extendidos hacia delante, característica típica de esta especie, y presentan además dos líneas oscuras oblicuas y un punto central en las alas delanteras. Las hembras depositan hasta

400 a 500 huevos en masas de hasta 15 a 35 huevos protegidos por una sustancia que se solidifica y le da a la oviposición una apariencia de escama de color blanco-amarillento. (Sillón, 2008).

**Figura 11.** Adulto *D saccharalis* (Cenicaña, 2009).



El cultivo de caña de azúcar para la producción de panela no es ajeno al ataque considerado de insectos como plagas, generando un gran impacto económico para el productor. Insectos como los barrenadores de tallo (tallo (*Diatraea spp*, *Diatraea indigenella*, *Diatraea tabernella*, *Diatraea busckella*), Cucarrón de invierno (*Podischinus agenor*), Picudos de la semilla.

El control de plagas permite mantener los bajos niveles de infestación en el cultivo y así evitar pérdidas económicas considerables, según Cenicaña los barrenadores del tallo, *Diatraea spp.*, son considerados una de las plagas de mayor importancia económica en el cultivo de la caña de azúcar en los países americanos, ya que en estado de larva hacen galerías en los tallos de la caña, primero en los nudos y luego en el entrenudo. Cuando atacan la caña en germinación producen el síntoma de corazones muertos debido a la muerte de las hojas del cogollo en desarrollo.

*Figura 12.* Necrosis celular de caña joven.



*Figura 13.* Cañas barrenadas.



En el valle del río Cauca las especies reportadas hasta ahora son *D. saccharalis* y *D. indigenella*, y se estima que el daño que producen en el cultivo reduce la producción, en

promedio, en 143 kilos de panela por hectárea por cada unidad porcentual de daño, incluida la disminución del tonelaje en el campo y la recuperación de panela en la fábrica. (López, 2015).

**Tabla 7.**

*Daños*

<b>Directos</b>	<b>Indirectos</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mata a la caña por el daño que le causa a su punto de crecimiento.</li> </ul>	<p>Vuelca las cañas por el daño interior que les produce.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Perfora las galerías longitudinales y transversales al interior de los tallos.</li> </ul>	<p>Reduce el tamaño del tallo en longitud y grosor</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Produce pérdida del contenido de sacarosa.</li> </ul>	<p>Origina que haya invasión secundaria de hongos como el Muermo rojo (<i>Physalospora tucumanensis</i>), que reduce su contenido de sacarosa e incrementa el porcentaje de volcamiento</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deteriora de los azúcares</li> <li>• Reduce la germinación de las semillas vegetativas o esquejes.</li> </ul>	<p>Permite invasiones de hongos como <i>Colletotrichum falcatum</i>, <i>Physalospora spp.</i>, <i>Ceratostomella spp.</i> que son los que producen fermentaciones, coloraciones rojas y negras dentro de las galerías y que invierten la sacarosa, dificultando los procesos industriales.</p>

La tabla 7 muestra los daños causados directa e indirectamente por la plaga a la caña de azúcar. (ICA, s.f.).

### **Control Biológico**

***Que es el Control Biológico.*** Se hace referencia a las plagas del cultivo de la caña de azúcar, caracterizadas según su potencial de provocar daños importantes al sector cañero. El control biológico se define de acuerdo con el nivel de daño estimado en la cosecha.

Las moscas taquinidas *Lydella minense* y *Billea claripalpis* (Díptera: Tachinidae) son usadas para el control biológico de *Diatraea* spp en el sur del departamento del Huila. El principal parasitoide empleado para el control de larvas de *D. tabernella* en la zona sur de la región ha sido *Lydella minense*, lo que indica que el control biológico empleado en el manejo integral de las especies de *Diatraea* es potencialmente efectivo en el control de esta plaga.

### ***¿Cómo se hace?***

Primero: Detectar el daño a tiempo. El daño por *Diatraea* ocurre de manera silenciosa y la plaga pasa inadvertida hasta cuando se detectan reducciones en la producción del cultivo.

Segundo: Reconocerlas, la aparición de nuevas especies de *Diatraea* con mayor capacidad de daño y, en ciertos casos, menor susceptibilidad a los enemigos naturales incrementa los niveles de daño.

Tercero: Realizar el manejo según la variedad de caña de azúcar, los niveles de daño pueden incrementarse con el aumento del área sembrada con variedades susceptibles a los barrenadores o menos resistentes a la plaga.

Cuarto: Mantener refugios para los enemigos naturales, muchos agricultores erradican los arvenses que crecen en callejones y cercas vivas, cuyas flores son alimento para los enemigos naturales de la plaga.

***¿Cómo se Define el Programa del Control Biológico?*** Se define de acuerdo con el nivel de daño estimado en la cosecha, y las labores de liberación se realizan en el siguiente ciclo del cultivo.

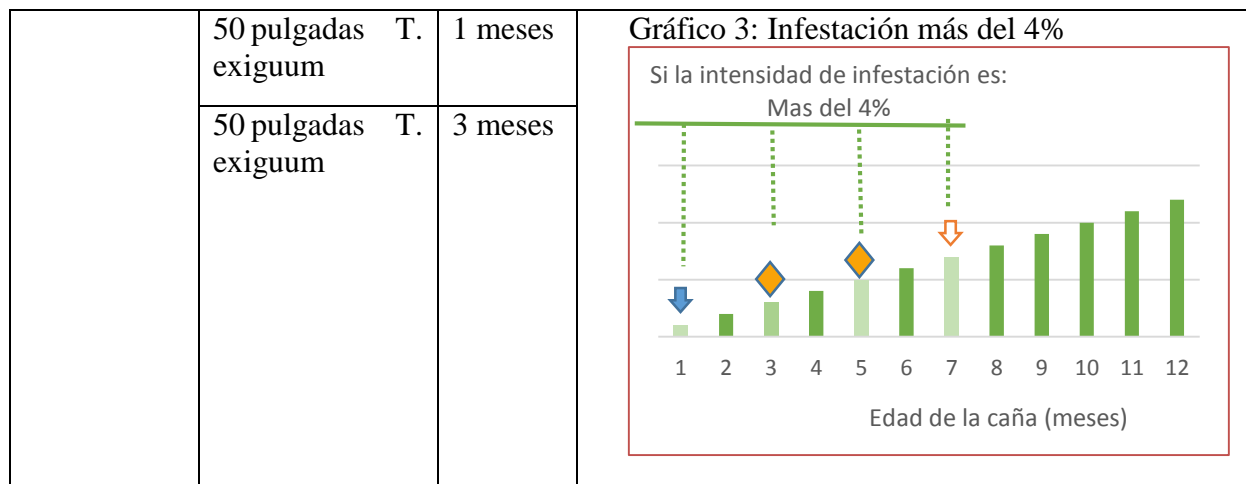
El agricultor debe conocer la información existente sobre el comportamiento de las variedades de caña frente al ataque de los barrenadores y debe tener en cuenta que las variedades caracterizadas como intermedias, medianamente susceptibles o susceptibles a la plaga pueden

causar incrementos de los niveles de daño, en comparación con las variedades consideradas resistentes o medianamente resistentes.

**Tabla 8.**

*Control biológico*

Intensidad infestación (%)	Numero de parasitoides por hectárea	Edad caña de azúcar	
<b>0.5% a 2.5%</b>	30 individuos L. mínense	3 meses	<p><b>Gráfico 1: Infestación 0,5% a 2,5%</b></p> <p>Si la intensidad de infestación es: 0,5% a 2,5%</p> <p>Edad de la caña (meses)</p>
	50 pulgadas T. exiguum	3 meses	
<b>2.5% a 4%</b>	30 individuos L. mínense	3 meses	<p><b>Gráfico 2: Infestación 2.5 a 4%</b></p> <p>Si la intensidad de infestación es: 2,5% a 4%</p> <p>Edad de la caña (meses)</p>
	30 individuos L. mínense	5 meses	
	50 pulgadas T. exiguum	1 meses	
	50 pulgadas T. exiguum	3 meses	
<b>Más de 4% de entrenudos barrenados</b>	30 individuos L. mínense	3 meses	
	30 individuos L. mínense	5 meses	



La tabla 8 contiene el programa de control biológico de *Diatraea spp* (ICA, 2017).

### Parasitoides

*¿Qué son los hiperparasitoides?* Insectos (huésped) que necesitan pasar parte de su ciclo de vida en otro insecto conocido como hospedero. No necesariamente matan su presa y hasta pueden vivir con, o dentro de ella por largos períodos. Los parasitoides matan su presa al final del ciclo, cuando completan su desarrollo.

**Tipos de Parasitoides.** Según Salazar y Salazar (s.f.), los parasitoides se clasifican de muchas maneras, especialmente por el hábito de sus larvas. De acuerdo con el estado del hospedero que atacan, hay parasitoides de huevos, de larvas, de pupas o de adultos. Los parasitoides pueden ser Endo parasitoides cuando se desarrollan dentro del cuerpo del hospedero o ectoparasitoides cuando se desarrollan externamente sobre el cuerpo de la víctima. Cuando un solo individuo se desarrolla en un hospedero el parasitoide es solitario. Cuando más de uno se desarrolla en un solo hospedero el parasitoide es gregario, en este caso se pueden desarrollar desde dos (2) hasta varios miles de individuos dentro del mismo hospedero.

***Methagolistinum mínense.*** Este insecto benéfico, es un díptero, una mosca que, a diferencia de las moscas domésticas, comunes o de otras, como la del ganado que transmiten



enfermedades y molestias, esta ayuda en la biorregulación de las poblaciones del barrenador de los tallos de plantas como caña, arroz, maíz, sorgo y pastos, el *Diatraea* spp.

***Modo de acción.*** Su particularidad es que es larva vivípara, es decir que lleva en su abdomen sus hijos y los deposita cerca de las perforaciones que dejan las larvas del *Diatraea* spp al entrar a los tallos, estas son atraídas por los olores que deja el insecto-plaga, llega hasta él y durante aproximadamente 12 días vive paralizándolo, es decir, alimentándose de su interior impidiendo que el insecto dañino siga desarrollándose y en vez de una mariposa de *Diatraea* emerge una mosca amazónica que seguirá controlando más insectos dañinos.

***Figura 14.*** Modo de Acción.



***Método de liberación.*** La presentación comercial de la Mosca Amazónica son pupas próximas para nacer dentro de recipientes de cartón o icopor, con aproximadamente 100 a 150

pupas / cajas. En caña, las cajas con pupas del parasitoide se colocan a 2 o 3 metros del borde del cultivo. Sobre una planta seleccionada, en cuyo tercio superior se coloca el material biológico, buscando que las cajas queden debajo de una hoja de la caña para mayor protección y aplicar una capa de grasa al mismo tallo para evitar el ataque de las hormigas; estas cajas se dejan en las plantas hasta que emerja la totalidad de los parasitoides.

Se recomienda liberar de 30 a 90 individuos por hectárea dependiendo de la población de la plaga, con un mínimo de dos liberaciones por ciclo, iniciando estas hasta cuando la caña tenga entre dos y tres meses de edad repitiendo cada dos meses. Todas las liberaciones de insectos benéficos deben realizarse en horas frescas, temprano en la mañana o cerca al atardecer.

**Figura 15.** Método de Liberación y Producción.



## **Trichogramma spp**

Las avispijas del género *Trichogramma* son uno de los grupos más estudiados como controles biológicos de plagas de cultivos. Las avispijas *Trichogramma* son unos pequeños insectos himenópteros de un (1) mm de longitud o aún menos; parasitan los huevos de varios insectos que pueden llegar a ser plaga de los cultivos. Son fáciles de transportar y liberar en campos que sufran ataques de *Diatraea spp.* (Vargas y Gómez, 2005).

### ***Modo de acción.***

- La avispa liberada parasita huevos de insecto plaga.
- El huevo del *Trichogramma* en el interior del huevo de la plaga, se transforma en larva a las pocas horas.
- La larva del parasitoide se alimenta del huevo de la plaga, eliminando la posibilidad de que este llegue al gusano.
- A los cuatro días de parasitado, el huevo toma un color negro y se transforma en adulto.
- A los ocho días de parasitado el huevo, empieza el nacimiento de nuevas avispijas que seguirán parasitando más huevos del insecto plaga.

***Uso del Trichogramma.*** Para lograr altos parasitismos y consecuentemente reducción en las poblaciones de plagas es necesario hacer las liberaciones con oportunidad, en forma preventiva iniciando esta con las presencias de los primeros adultos de la plaga y continuándolas a intervalos semanales, buscando una sincronización con la ovoposición fresca de la plaga hasta que los registros indiquen equilibrios biológicos sostenidos y que los ataques de la plaga al cultivo permanezcan por debajo de los niveles del daño económico. Para obtener información sobre la fluctuación poblacional de las especies dañinas es necesario hacer monitoreos

permanentes que ayuden a detectar la llegada de las plagas, cuantificar sus poblaciones y determinar la efectividad del control biológico.

### ***Manejo del Trichogramma.***

- *En sitio de distribución:* Mientras se entrega al productor, el material debe permanecer en la nevera a 8 grados centígrados.
- *Transporte:* Del sitio de distribución a la finca, el *Trichogramma* debe transportarse en una nevera de icopor, de no ser así procurar que las avispas no se calienten por efecto del sol o dentro de los vehículos.
- *En la finca:* Cuando no se estén liberando, las larvas deben permanecer en un sitio fresco de la casa o de la bodega, lejos de insumos químicos y de insecticidas.

### **Métodos de liberación**

Se utilizan dos métodos para liberar el parasitoide:

#### **Primer método. Liberación de adultos en recipientes o porrones plásticos.**

- Disponga de porrones de boca ancha.
- Deposite la cantidad de pulgadas de acuerdo con el tamaño de estos (100 a 200).
- Tape el porrón con la tela tupida y ajústela con una banda de caucho.
- Espere la emergencia de los adultos. Al día siguiente haga el primer recorrido.
- Ubíquese en el cultivo a 15 pasos y elija una calle (a 15 pasos del borde).
- Con el porrón destapado a la altura de la planta permita la salida del

*Trichogramma* durante 10 segundos.

- Tape nuevamente y libere cada 30 pasos y repita el proceso.
- El manejo y distribución del *Trichogramma* en el campo debe hacerse con

personal honesto y responsable.

*Figura 16.* Liberación de adultos en recipientes.



Segundo método. Liberaciones en sitios fijos colocando las pulgadas parasitas en bolsa de papel o en recipientes, cuando los adultos están prontos a emerger.

*Figura 17.* Liberaciones en sitios fijos.



- Cuando la liberación se haga en sitios o estaciones fijas, es necesario utilizar recipientes especiales para proteger las pulgadas de las lluvias, del sol y de las acciones de los depredadores, estos recipientes pueden ser vasos de plástico o de icopor, utilizando también sustancias grasosas que evitan el acceso de hormigas.
- Cuando se utilicen bolsas de papel, éstas deben ser perforadas y prendidas en ramas de las plantas.

La distribución de estas estaciones deben ser cada 20 metros. Al hacer las liberaciones es indispensable tener en cuenta la dirección del viento, que no haya mucha radiación solar y que no esté lloviendo.

**Figura 18.** *Trichogramma* spp emergida.

**Recomendaciones.** Generalmente se recomienda liberar 50 pulgadas cuadradas por hectárea. Para los cultivos bajo invernadero y/o con altas densidades de siembra se recomienda liberar de 100 a 200 pulgadas por hectárea por cada liberación.

**Tabla 9.**  
*Infestación*

<b>Intensidad de Infestación</b>	<b>Número de parasitoides por hectárea y época de liberación según la edad de la caña de azúcar</b>	
Leve 0.5% a 2.5%	15 parejas de mosca **/hectárea	2-4 meses
Alta 2.5% a 4%	50 pulgadas de <i>Trichogramma</i> ***/hectárea	1-3 meses
	15 parejas de mosca**/hectárea	2-4 meses
Muy Alta Mayor que 4%	50 pulgadas de <i>Trichogramma</i> / hectárea	1-3 meses
	15 parejas de moscas/ hectárea	2-3 meses
	15 parejas de moscas / hectárea	4-6 meses

\*Intensidad de infestación= (total de entrenudos barrenados/total entrenudos evaluados) x100

\*\* Moscas de los géneros *Lydella* mínense y *Billaea claripalpis* (parasitoides de larvas). Se puede alternar las especies en cada liberación

\*\*\* Avispas de la especie *Trichogramma exiguum* (parasitoide de huevo)

La tabla 9 indica la cantidad de parasitoides a emplear de acuerdo con la intensidad de infestación y la edad de la caña. Autoría propia.

### **Análisis económico del control biológico *Diatraea Spp***

Según lo referenciado por Vargas y Posada (como se citó en Bustillo, 2009) con respecto a los costos de la labor de control biológico, el número de liberaciones a realizar está relacionada con el nivel de daño observado en el campo.

De tal forma que el costo del establecimiento de un programa de control biológico dependerá del nivel de daño observado en el cultivo. Se debe resaltar que aun en el caso de que la liberación sea más intensa, cuyo costo sería de \$46.950 pesos por hectárea, representa un 1.4% de los costos directos de la producción de una soca a un 0.7% de los costos directos de producción en una plantilla (Procaña, 2012).

1. Precio de venta al público \$545 pesos por mosca en estado adulto y liberado en la suerte. El rango de precios puede estar entre \$300 y \$545 pesos por mosca en estado adulto y liberada en la suerte.

2. Precio de venta al público \$285 pesos por pulgada cuadrada sin emerger.



**Tabla 10.**  
*Costos control biológico.*

<b>Intensidad de infestación</b>	<b>No. de parasitoides (ha.) y costo de su liberación(\$/ha.)</b>	
Leve 0.5% a 2.5%	15 parejas de mosca /hectárea total	16,350
		16,350
Alta 2.5% a 4%	15 parejas de mosca /hectárea	16,350
	50 pulgadas de <i>Trichogramma</i> / hectárea total	14,250
Muy Alta Mayor de 4%		30,600
	15 parejas de mosca /hectárea (5 meses)	16,350
	50 pulgadas de <i>Trichogramma</i> / hectárea	14,250
	15 parejas de mosca /hectárea (7 meses) total	16,350
		46,950

La tabla 10 muestra el costo de un programa de control biológico para *Diatraea spp.* Autoría propia

## Marco legal

### Índice de Normatividad.

La siguiente tabla determina la normatividad sobre el cual está contemplado las medidas fitosanitarias en el cultivo de la caña de azúcar (*Sacharum spp. L.*) en el territorio nacional para la vigilancia y control de especies barrenadores de tallo de genero *Diatraea spp L.*

**Tabla 11.**  
*Marco Legal*

Norma	Título	Diario	Área	Observación
Decreto 1562 del 15 de junio de 1962	Por medio de la cual se creó la corporación Colombiano Agropecuario (ICA) para coordinar e intensificar las labores de investigación, enseñanza y extensión de las ciencias agropecuarias	15 de junio 1962	Agropecuaria	La presente Resolución rige a partir de la fecha de su publicación en el diario oficial
Resolución 17848 (20/12/2017) (ICA)	Por medio de la cual se establecen medidas fitosanitarias en el cultivo de caña de azúcar ( <i>Saccharum spp. L.</i> ) en el territorio nacional para la vigilancia y control de las especies barrenadoras del tallo del género <i>Diatraea Guilding</i> ”	Diario Oficial: 50455 (22/12/2017)	Agrícola.	La presente Resolución rige a partir de la fecha de su publicación en el diario oficial.

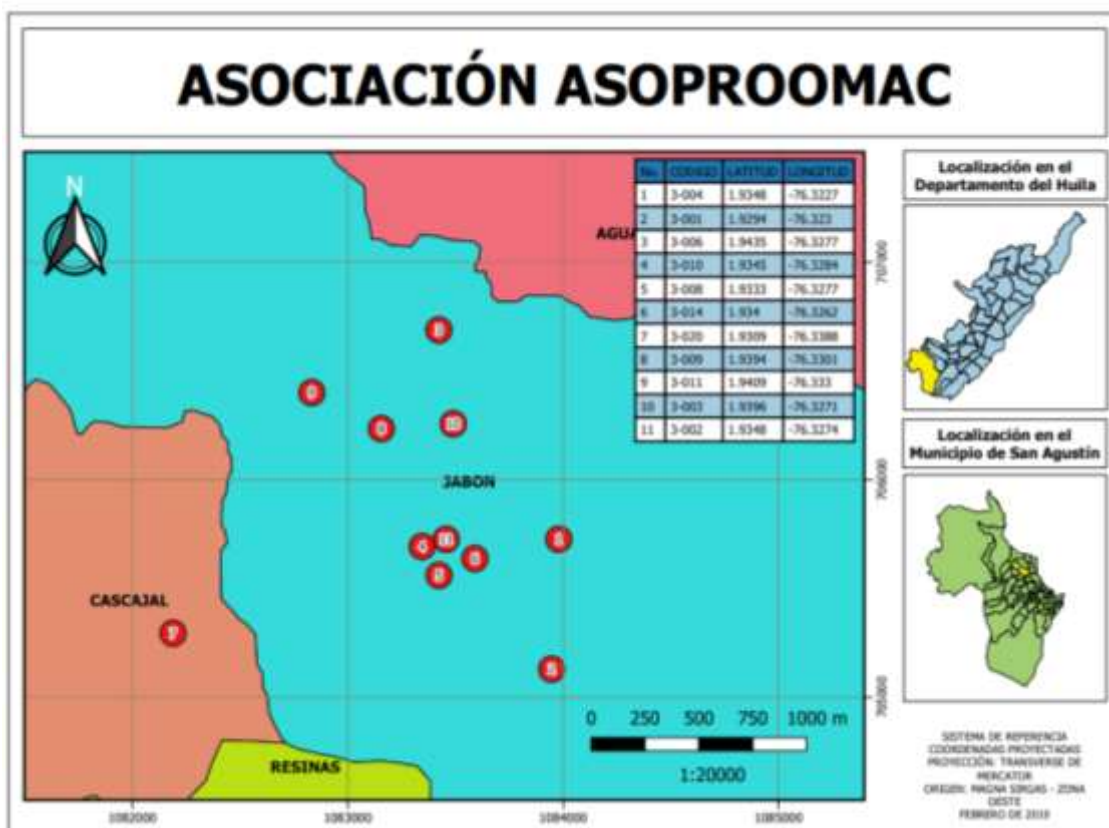
La tabla 11 contiene los principales Decretos y Resoluciones que reglamentan el control fitosanitario de la caña de azúcar en Colombia (ICA, 2017).

## Marco contextual

### Localización y características del área de influencia del estudio

Como se observa en la Figura 20, este estudio se ubica al sur del departamento del Huila, municipio de San Agustín, veredas el Jabón y Cascajal, unidades productivas con la presencia de *Diatraea spp.* En San Agustín, los veranos son cortos, cómodos y nublados y los inviernos son cortos, frescos y mayormente nublados. Durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de 15 °C a 23 °C y rara vez baja a menos de 13 °C o sube a más de 25 °C (CLIMATE-DATA.ORG, 2019).

**Figura 20.** Distribución de las diferentes unidades productivas zona de muestreo (Asoproomac).



**Tabla 12.***Zona y sitios de muestreo de poblaciones de Diatraea spp*

Municipio	Vereda	Código	Georreferenciación		A.S.N- M	Condiciones paisajísticas
			X	y		
San Agustín	Jabón	3-012	01°56'02.5"	076°19'34.3"	1785	ondulado
San Agustín	Jabón	3-010	01°56'04.2"	076°19'42.3"	1777	ondulado
San Agustín	Jabón	3-002	01°56'05.1"	076°19'38.7"	1776	Plano
San Agustín	Jabón	3-004	01°56'35.0"	076°18'04.7"	1746	Plano
San Agustín	Cascajal	3-007	01°55'59.7"	076°19'39.7"	1784	Plano
San Agustín	Jabón	3-006	01°56'36.7"	076°19'39.8"	1794	ondulado
San Agustín	Jabón	3-001	01°55'44.6"	076°19'24.0"	1786	Plano
San Agustín	Jabón	3-009	01°56'21.9"	076°19'48.5"	1801	montañoso
San Agustín	Jabón	3-020	01°56'35.0"	076°18'04.7"	1798	ondulado
San Agustín	Jabón	3-011	01°56'27.3"	076°19'58.8"	1837	montañoso
San Agustín	Jabón	3-003	01°56'22.5"	076°19'37.5"	1805	Plano

La tabla 12 presenta la codificación de las de las unidades productivas agroecológicas y coordenadas determinadas para la investigación.

## **Materiales y metodos**

### **Fundamentos metodológicos**

**Tipo de Investigación y Diseño:** Cuantitativa con Diseño de Bloques al Azar (DBA), análisis de varianza (ANAVA – Infostat, 2019).

**Espacio.** Asociación de productores orgánicos del macizo colombiano (Asoproomac), vereda el Jabón, a 16.5 km de San Agustín en las estribaciones del macizo colombiano, departamento del Huila.

**Tiempo.** Ocho (8) meses, desde el mes de septiembre de 2016 al mes de abril de 2017, los meses de enero, febrero y marzo de 2017 se destinaron para realizar el trabajo de campo.

**Universo.** Unidades productivas de lotes cultivados con caña de azúcar orgánica, estas unidades productivas se encuentran certificadas por BCS OKO Garantice Colombia S.A.S con un área representativa de 29.5 (Ha.) con periodos vegetativos de 21 meses.

**Población.** Once (11) unidades productivas de 2.5 Ha. en promedio con cultivo de caña orgánica variedad Canal Point 57603.

**Fuentes y Técnicas para la Recolección de información.** Para el desarrollo esta investigación se tiene en cuenta la recolección de información proveniente de fuentes primarias y se aplica la técnica de trabajo de campo, mediante los monitores de evaluación de *Diatraea* spp.

### **Tratamiento de Datos**

Mediante el trabajo de campo se obtiene la información útil para la toma de decisiones relacionada con la implementación del método de control empleado, se trabaja con la misma variedad de caña Canal Point 57-603, con edad entre cuatro (4) y doce (12) meses, distribuidas en un área de 29.5 Ha. Las variables para trabajar son: a) Coordenadas de las fincas de muestreo, b) Total de tallos por cepa y c) Número de tallos infestados en la cepa.

**Paso 1.** Determinación del Porcentaje de Infestación y Porcentaje de Índice de Infestación (Nivel de Daño), como variables del estudio. Se identificaron los once lotes, con variedades de caña Canal point 57-603 entre uno y siete meses de edad localizados en la vereda el Jabón municipio de San Agustín Huila, y se constató la presencia de la especie de *Diatraea Spp.*

**Figura 19.** Identificación de Larva de *Diatraea Spp.*



Seguidamente se realizó un muestreo al azar de 20 tallos enteros por unidad productiva para identificar los que se encontraban afectados o que presentaran evidencia del daño, como se observa en la Figura 21, y de esta manera obtener el Nivel de Daño.

**Figura 20.** Fórmulas para cálculo de las variables (Cenicaña, 2019).

$(\%I) = \left[ \frac{\text{Número de tallos afectados.}}{\text{Número de tallos revisados}} \right] \times 100$	$(\%I.I) = \left[ \frac{\text{Número de entrenudos afectados}}{\text{Número de entrenudos revisados}} \right] \times 100$
Porcentaje de Infestación (%I).	Porcentaje Intensidad de Infestación (%I.I) o Nivel de Daño

Para determinar el Porcentaje de Intensidad de Infestación o Nivel de daño, se utiliza la información recolectada en los muestreos y se aplica la Figura 19. Como soporte de la colección de datos, se utiliza el Formato de Monitoreo de *Diatraea* spp. (Cenicaña, 2015), el cual corresponde al Anexo A de este documento.

**Paso 2.** Evaluación del Nivel de Daño causado teniendo en cuenta los rangos de la tabla de % Intensidad de Infestación de Cenicaña. Para la evaluación del daño causado por *Diatraea* spp. se tiene en cuenta la Resolución No. 00017848 del 20 de diciembre de 2017 expedida por el Instituto Colombiano de Agricultura ICA, Artículo 6, Acciones de vigilancia de poblaciones de *Diatraea* spp en cultivo de caña.

**Tabla 13.**

*Nivel de Daño o Porcentaje Intensidad de Infestación (I.I.%), causado por Diatraea spp.*

<b>% de Daño</b>	<b>Calificación</b>
0 – 5,5	Daño Bajo
5,6 – 10,5	Daño Moderado
10,6 – 15,5	Daño Medio
15,6 – 25,5	Daño Severo
Mayor de 25,6	Daño Muy Severo

La tabla 13 muestra el nivel de daño causado por *Diatraea* spp (Cenicaña, 2015), cuya información fue ajustada por Fedepanela.

En la tabla anterior se muestra el mecanismo para evaluar el comportamiento del porcentaje de infestación expresado en porcentaje de daño generado por *Diatraea* spp a lo largo de los once monitoreos. Se califica el daño de forma porcentual y se clasifica desde Daño Bajo hasta Daño Severo.

**Paso 3.** Liberación de los parasitoides *Trichogramma exiguum*, *Taquinida Lydella minense*, como controladores biológicos de *Diatraea* Spp. Para realizar las liberaciones de los

parasitoides se tuvo en cuenta las dosis recomendadas para cada nivel de daño encontradas en cada una de las unidades productivas (Cenicaña, 2015). Se realizan dos liberaciones en cada uno de los lotes, con un tiempo de separación de 3 meses entre ellas. Se utilizan conjuntamente dos agentes controladores, un parasitoide Hymenoptero o micro avispa: *Trichogramma exiguum* (*Trichogrammatidae*) el cual ataca en primer lugar a los huevos del barrenador o sus posturas y la mosca *Taquinida Lydella minense* (*Tachinidae*) como parasitoide del instar larval.

**Trichogramma exiguum.** Se liberan dosis de 50 pulgadas por hectárea en bolsas de papel biodegradable en campo, dentro de las cuales se almacenan las cartulinas que contienen al insecto.

**Figura 21.** Liberación de parasitoides *Trichograma spp.*

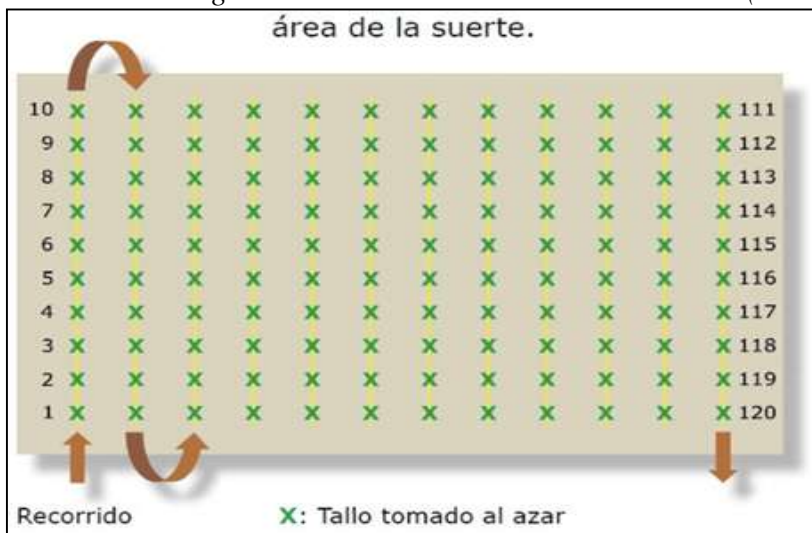


En el sitio donde se desarrolló la investigación se tuvo en cuenta lotes establecidos con cañas de cinco meses promedio, la liberación se realizó a la suerte en las calles dentro del lote. El primer punto de liberación fue en el quinto surco entrando al lote, donde se dispone el material en una planta. Los otros puntos de liberación fueron cada 10 metros, rodeando completamente el lote. Los metros de liberación hacia dentro del lote se hicieron teniendo en cuenta la edad de las cañas, tal como se ilustra en la siguiente grafica empleando el recorrido por surco. Para las

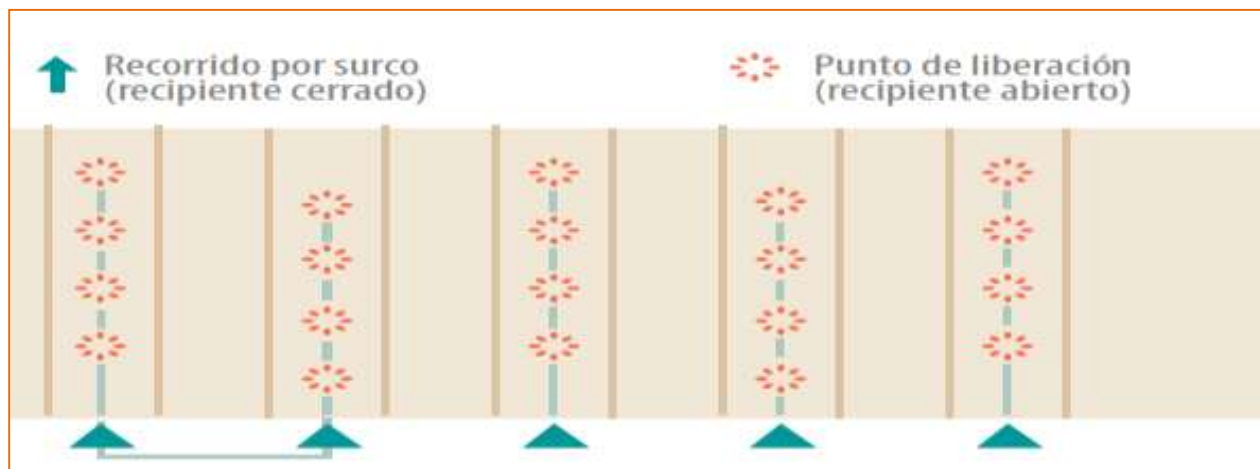


liberaciones de *Trichogramma exiguum* se empleó la siguiente grafica distribución de puntos de muestreo así:

**Figura 22.** Distribución diagrama de liberación en un lote cuadrado (Cenicaña, 2009).



**Figura 23.** Distribución de puntos de liberación de la avispa *T. exiguum*. Cenicaña (2009).



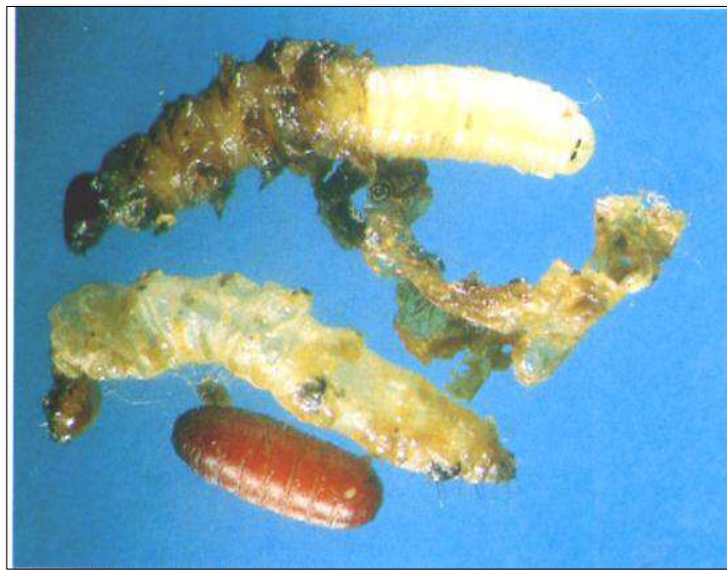
*Lydella minense*. La mosca hembra adulta, al liberarse en campo, busca los orificios de los tallos dejados por las larvas de *Diatraea* Spp y oviposita sobre estas galerías dando origen a las larvas que se dirigen al interior de los tallos para localizar las larvas de la plaga entrando en su estructura, donde se desarrollan. Posteriormente se transforman en pupas originándose nuevos

adultos de la mosca parasitoides, evitando así la formación de adultos de *Diatraea*. (Perkins Ltda., 2019)

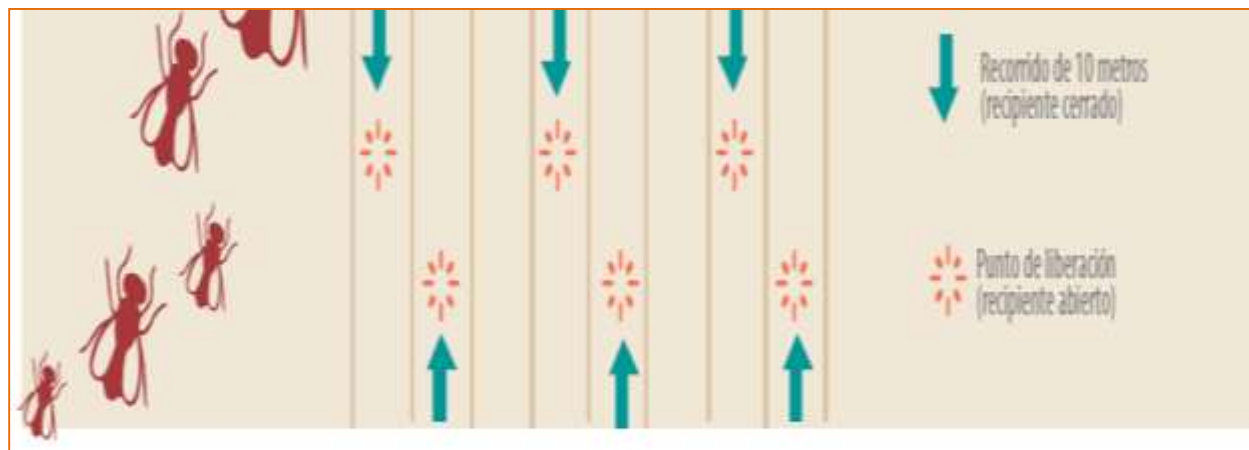
**Figura 24.** Hembra de *L. minense* expulsando los maggots (huevos). (Perkins Ltda.)



**Figura 25.** Larva de *L. minense* saliendo de larva de su hospedero *Diatraea* (Perkins Ltda.)



**Figura 26.** Distribución de puntos de liberación de las moscas taquinidas (Cenicaña, 2009).



La liberación se realizó en diferentes puntos del lote, como en el caso del *T. exiguum*, donde la disposición de los recipientes dentro del lote depende de la edad de la caña y si hay o no cerrado las calles o surcos dentro del mismo.

**Figura 27.** Evidencias de liberación de parasitoides *Methagolistinum minense*



**Paso 4.** Se repitieron los pasos uno y dos en cada uno de los lotes de estudio.

**Paso 5.** Se compararon los resultados teniendo en cuenta el muestreo inicial y el muestreo final, a través de un análisis estadístico de varianza y separación de medias en Infostat, 2019.

**Paso 6.** En este paso se identificó el efecto de los tratamientos sobre el rendimiento y productividad de la variedad caña Canal Point 56-603 en el área del estudio, teniendo en cuenta la metodología empleada para la medición del porcentaje de Intensidad de Infestación o Nivel de Daño. Con base en ello se cuantificó la recuperación de materia prima, considerado como la cantidad de tallos de caña en peso bruto. Asimismo, se realiza proyección de ingresos para comparar el efecto de los tratamientos a nivel económico.

## Resultados y discusión

### Porcentaje de Infestación

En la Tabla 14, se muestran los resultados de los pasos 1 y 4, en donde se determinó el Porcentaje de Infestación inicial de los lotes antes de la liberación de los parasitoides y de igual forma, se realizó la determinación a los 3 meses, después de las liberaciones, lo cual se evidencia en la misma tabla como Porcentaje de Infestación Final. Como se puede apreciar, dentro del comportamiento de cada uno de los lotes se presenta disminución del Porcentaje de Infestación, mostrando que la liberación de controladores biológicos tiene un efecto positivo sobre el control de *Diatraea* spp. De acuerdo con Vargas (2015), resultados similares fueron obtenidos en el programa de control biológico en el valle del río Cauca, conformado por *L. minense*, *B. claripalpis*, *C. flavipes* y *T. exiguum*, el cual tuvo un relativo éxito para reducir las poblaciones de *Diatraea* spp. en cultivos de caña.

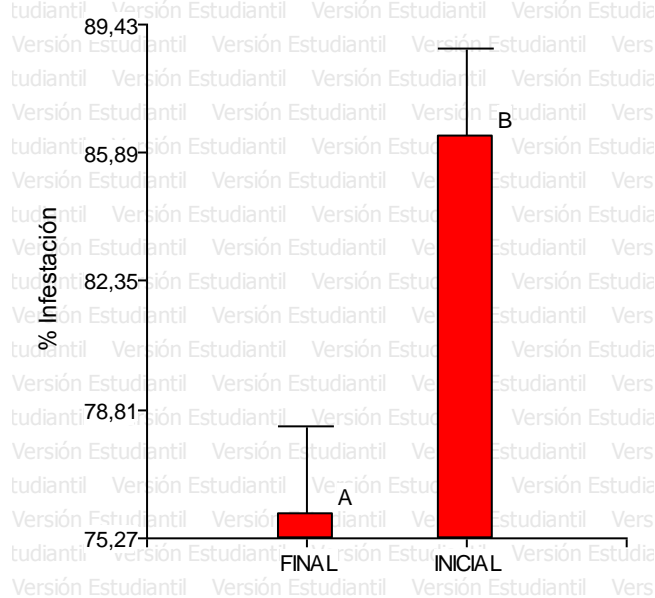
**Tabla 14.**  
*Porcentaje de Infestación inicial y final*

Cód. Lote	Fecha	Infestación inicial	Infestación final
3-014	13/02/17	95%	80%
3-010	13/02/17	80%	70%
3-00-2	13/02/17	85%	75%
3-004	13/02/17	85%	80%
3-008	13/02/17	95%	85%
3-006	13/02/17	70%	65%
3-00-1	13/02/17	95%	85%
3-00-9	13/02/17	80%	70%
3-020	13/02/17	95%	75%
3-011	13/02/17	95%	80%
3-00-3	13/02/17	75%	70%

## Análisis de la varianza

**Tabla 15.**  
*Porcentaje de Infestación Inicial y Final.*

Resultado ANAVA (Infostat, 2019)					Gráfica Test LSD Fisher. <i>Medias con una letra común no son significativamente diferentes (<math>p &gt; 0,05</math>)</i>	
Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV		
% DE INFEST	22	0,32	0,28	9,92		
<b>Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)</b>						
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Modelo	601,14	1	601,14	9,28	0,0064	
OBSER.	601,14	1	601,14	9,28	0,0064	
Error	1295,45	20	64,77			
Total	1896,59	21				
<b>Test: LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,95008</b>						
<i>Error: 1,0000 gl: 10</i>						
OBSERVACIÓN	Medias	n	E.E.			
INICIAL	75,91	11	2,43	A		
FINAL	86,36	11	2,43	B		
<i>Medias con una letra común no son significativamente diferentes (<math>p &gt; 0,05</math>)</i>						



La tabla 15 muestra el Análisis de Varianza y Test LSD Fisher – Porcentaje de Infestación Inicial y Final.

El análisis estadístico para la variable Porcentaje de Infestación de *Diatraea* spp., al inicio y al final del experimento, da como resultado que existe una diferencia significativa entre el valor porcentual de infestación antes de la liberación de los parasitoides, frente a la evaluación realizada al final de la aplicación del tratamiento a los 3 meses. Esta diferencia significativa tiene un nivel de confianza del 95%, donde se realizó Test LSD Fisher  $p < 0,05$ , lo cual corrobora los datos obtenidos de manera plana en la primera fase del estudio, cuando se realizó una

comparación directa por promedios; así mismo la diferencia en Porcentaje de Infestación corresponde a 10 puntos entre la medida inicial y la final, siendo esta última menor.

**Porcentaje de Intensidad de Infestación (I.I.%) o Nivel de Daño.** La tabla 14, contiene el porcentaje de daño causado por *Diatraea* spp., en el área de influencia acumulada a diciembre de 2017. Las unidades productivas 3-008, 3-001, 3-020, 3-011, obtuvieron una calificación de Daño Severo, mientras que 3-002, 3-014, 3-004, 3-006, 3-009, 3-003, fueron calificadas como Daño Medio, y la 3-010, aparece como Daño Moderado. Es de destacar que ninguna de los lotes presentó un porcentaje de afectación que se considerara dentro de la tabla como Daño Bajo o Daño Muy Severo, lo cual es consecuente con lo reportado en la literatura en donde se menciona que una de las formas de control de la *Diatrea* spp., es tener variedades con alta tolerancia al ataque del insecto, como se presenta en este caso con el uso de la Canal Point (Echevery Rubiano, Chica Ramirez, y Vargas Orozco, 2017). Adicionalmente, existe un bajo uso de otros métodos de control de la *Diatraea* spp, en la zona de influencia de este proyecto, lo cual refleja que no exista una calificación como Daño Bajo, sino que se evidencia una afectación moderada, media y severa por la presencia del insecto en la zona.

**Tabla 16.**

*Porcentaje Intensidad de Infestación (I.I.%) o Nivel de Daño*

<b>% de Daño</b>	<b>Calificación</b>	<b>Código del lote</b>
0 – 5,5	Daño Bajo	-
5,6 – 10,5	Daño Moderado	3-010
10,6 – 15,5	Daño Medio	3-002
10,6 – 15,5	Daño Medio	3-014
10,6 – 15,5	Daño Medio	3-004
10,6 – 15,5	Daño Medio	3-006
10,6 – 15,5	Daño Medio	3-009
10,6 – 15,5	Daño Medio	3-003
15,6 – 25,5	Daño Severo	3-008
15,6 – 25,5	Daño Severo	3-001

15,6 – 25,5	Daño Severo	3-020
15,6 – 25,5	Daño Severo	3-011
Mayor de 25,6	Daño Muy Severo	-

### *Análisis de la varianza*

El Porcentaje Intensidad de Infestación (I.I.%) o Nivel de Daño de los once (11) lotes no presenta diferencia significativa estadísticamente ni al inicio ni al final del estudio, por lo cual se considera que los datos son normales para el desarrollo de una comparación directa entre los resultados calculados en forma porcentual al inicio y al final, con una confianza del 95%, ya que  $p > 0,05$ ; lo que indica que el comportamiento de esta variable en cada uno de los tratamientos fue igual en cada ocasión de cálculo del Nivel de Daño.

**Tabla 17.**

*Porcentaje Intensidad de Infestación (I.I.%) o Nivel de Daño Inicial y Final.*

Resultado ANAVA (Infostat, 2019)						Gráfica Test LSD Fisher. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )					
<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>R<sup>2</sup> Aj</u>	<u>CV</u>							
INTENSIDAD INFEST.	22	0,33	0,29	21,28							
<b>Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)</b>											
<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>						
Modelo	66,68	1	66,68	9,64	0,0056						
OBS	66,68	1	66,68	9,64	0,0056						
Error	138,37	20	6,92								
Total	205,05	21									
<b>Test: LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=2,30121</b>											
<i>Error: 1,0000 gl: 10</i>											
<u>ÍNDICE DE INFEST.</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>								
80	5,00	3	2,40	A							
85	6,00	2	2,94	A	B						
75	6,00	2	2,94	A	B						
65	6,00	1	4,16	A	B						
70	7,00	3	2,40		B						
<i>Medias con una letra común no son significativamente diferentes (<math>p &gt; 0,05</math>)</i>											

Como se observa en la tabla 17, existe una clara diferencia entre las mediciones



realizadas en los dos momentos de evaluación del estudio (inicio y final), consistente en separación de medias con confianza del 95% de cada uno de los bloques de información correspondiente a los once (11) lotes objeto de estudio. La diferencia porcentual entre las dos mediciones es de 3,48 puntos, siendo mayor el Nivel de Daño en la etapa inicial; es decir, se obtuvo una diferencia significativa ya que la disminución es notable en el Porcentaje Intensidad de Infestación (I.I.%) o Nivel de Daño por *Diatraea spp*, dado que el tratamiento aplicado presentó un efecto positivo, lo cual es coherente con las investigación realizada por (Vargas et al.2015; 2015b) quienes identificaron que en Colombia la principal estrategia de manejo y control de las especies de *Diatraea* es el control biológico, el cual se implementa a través de la liberación de diferentes parasitoides.

### **Efecto de la implementación del control biológico sobre la producción y el rendimiento de caña y panela.**

La tabla 18 muestra el factor de materia prima recuperada por lote, siendo las de mayor relevancia las unidades productivas identificadas con los códigos 3-002 y la 3-008, así mismo se encontró que la unidad productiva con código 3-004 presenta una producción negativa. Esto demuestra que el porcentaje de efectividad de los controladores biológicos para el cultivo de caña en las once unidades productivas fue del 3.48% teniendo en cuenta la diferencia del % de Índice de Intensidad de infestación Inicial y Final, lo cual generó un incremento de 120.4 toneladas en las once (11) unidades productivas.

**Tabla 18.***Materia prima recuperada*

Código de la finca	Altitud	Temperatura (°c)	Precipitación	Variedad	Especie	Caña recuperada (Kg.)
3-014	1785	17.3	1709	Canal point 57-603	<i>D.sacharalisis spp</i>	5580
3-010	1777	19.1	1709	Canal point 57-603	<i>D.sacharalisis spp</i>	3960
3-00-2	1775	19.5	1709	Canal point 57-603	<i>D.sacharalisis spp</i>	28800
3-004	1746	19.2	1709	Canal point 57-603	<i>D.sacharalisis spp</i>	-3240
3-008	1784	19.7	1709	Canal point 57-603	<i>D.sacharalisis spp</i>	15600
3-006	1794	19.1	1709	Canal point 57-603	<i>D.sacharalisis spp</i>	8400
3-00-1	1786	19.3	1709	Canal point 57-603	<i>D.sacharalisis spp</i>	14400
3-00-9	1801	18.7	1709	Canal point 57-603	<i>D.sacharalisis spp</i>	9720
3-020	1794	19.6	1709	Canal point 57-603	<i>D.sacharalisis spp</i>	15360
3-011	1837	17.1	1709	Canal point 57-603	<i>D.sacharalisis spp</i>	7440
3-00-3	1805	18.3	1709	Canal point 57-603	<i>D.sacharalisis spp</i>	14400
<b>Total.</b>						<b>120420</b>

La Tabla 18 presenta la materia prima recuperada, determinadas al aplicar el % Índice de Infestación (% I.I.), en las diferentes fincas productoras de caña. Asoproomac-Cenicaña

Es de señalar en este análisis, que el comportamiento del factor de rendimiento en cada uno de los lotes no es igual, y que deben existir diferentes condiciones de afectación de la *Diatraea*, según el manejo que se haya dado al cultivo y a la dinámica poblacional del complejo de especies de *Diatraea* presentes en el área de influencia del estudio; sin embargo, no existen referencias acerca de la dinámica poblacional para esta región.

**Tabla 19.**

*Cálculo de ingresos por efecto de la aplicación de los tratamientos de estudio*

Código de la finca	Factor de pérdida (kg)	Ton. de caña estimado por (ha)	Recuperación de panela kg / (ha)	Recuperación económica por unidad productiva (N° ha)	Recuperación económica (\$)*
3-014	5580	80	372	558	1953000
3-010	3960	80	132	396	1386000
3-00-2	28800	80	576	2840	9940000
3-004	-3240	80	-108	-324	-1134000
3-008	15600	80	780	1560	5460000
3-006	8400	80	420	840	2940000
3-00-1	14400	80	480	1440	5040000
3-00-9	9720	80	324	972	3402000
3-020	15360	80	768	1536	5376000
3-011	7440	80	372	744	2604000
3-00-3	14400	80	480	1440	5040000
<b>Totales</b>	120042	80	4704	12042	<b>\$ 43.141.000</b>

La tabla 17 contiene el cálculo del benéfico (\$) determinadas al aplicar el porcentaje de Intensidad de intensidad de Infestación (I.I.%) o Nivel de Daño en las diferentes fincas productoras de caña asociación. Asoproomac.

\*Valores calculados con precio de panela orgánica FRUANDES SAS de junio de 2019

De acuerdo con Bustillo (2009), los barrenadores del género *Diatraea* ocasionan un impacto importante en la producción de la caña de azúcar en Colombia, indicando pérdidas económicas de hasta una tonelada de caña por cada unidad porcentual de intensidad de infestación causada a la caña de azúcar por hectárea. Al reducir 1% de Intensidad de Infestación se recupera 1 tonelada de caña por hectárea (Cenicña, 2015). Según lo reportado por Vargas

(XXX), la eficiencia de los controladores biológicos *T. exiguum*, *L. minense* y *B. claripalpis* sobre *D. saccharalis* en caña de azúcar, permite obtener una reducción de 3 puntos porcentuales en la intensidad de infestación durante un ciclo del cultivo. Estos resultados son similares a los obtenidos en la presente investigación, ya que se logró reducir en 3,48 % la intensidad de infestación.

Con base en el comportamiento productivo citado en la tabla 16, en donde el resultado total es de 120.420 kilogramos de caña con una conversión del 10%; es decir que por cada 10 kilogramos de caña se obtiene a 1 kilogramo de panela; el incremento obtenido por la implementación del tratamiento de controladores biológicos es igual a 12.042 kilogramos de panela.

## Conclusiones

Del trabajo desarrollado en la presente investigación, concerniente en la evaluación del daño causado por *Diatraea saccharalis*, en el cultivo orgánico de *Saccharum officinarum* Var. Canal Point 57603, en el municipio de San Agustín-Huila. Se obtuvieron las siguientes conclusiones:

- La metodología empleada para la medición del porcentaje de Intensidad de Infestación o Nivel de Daño
- Los pasos empleados para esta esta investigación tuvo un efecto significativo en la identificación previa de los resultados obtenidos
- Los hiperparasitoides *Methagolistinum minense* y *Trichogramma spp.* empleados en el estudio de investigación demostraron su efectividad en la regulación de las poblaciones de *Diatraea spp*
- Los lotes en donde se encontró mayor incidencia de infestación fue 3-008, 3-001, 3-011,3-020 con daño severo
- De los once (11) lotes evaluados de infestación inicial fue de 86.36% y el final con el 75.90%, con una diferenciación del 10.46% por la regulación del control biológico
- El porcentaje promedio de Intensidad de Infestación o nivel de daño **Inicial** en los once (11) lotes, alcanzo un valor promedio de **11,21%** daño catalogado como **Medio**
- El porcentaje promedio de Intensidad de Infestación o nivel de daño **Final** en los once (11) lotes, fue de un valor promedio de **8.37 %** daño catalogado como daño

**Moderado** correspondiendo a los códigos de lotes 3-008, 3-001, 3-011,3-020 con daño severo

### **Recomendaciones.**

- Realizar monitores constantes para identificar el porcentaje de intensidad de infestación y de acuerdo con ello hacer la liberación de parasitoides.
- Emplear la Buenas Practica Agrícolas, llevando registros de las actividades de labores de cultivo, cosecha y producción
- Siembra de variedades de cañas resistentes a la *diatraea spp*
- Realizar sistema de corte parejo en cosecha

## Bibliografía

Cenicaña. (2015). Evaluación control diatraea 2015.

[https://www.cenicana.org/pdf\\_privado/plegable/evaluacion\\_control\\_Diatraea\\_2015.pdf](https://www.cenicana.org/pdf_privado/plegable/evaluacion_control_Diatraea_2015.pdf)

Corpoica. (2007). Manual: Buenas Prácticas Agrícolas –BPA- Y Buenas Prácticas de manufactura –BPM- en la producción de Caña y Panela. Corporación Colombiana De Investigación, Corpoica, p34-39.

Diaz Montejó, L y Portocarrero Rivera, E. T. (2002). Manual de Producción de Caña de Azúcar (*Saccharum officinarum* L.). (Tesis de pregrado).

[https://www.academia.edu/35819588/Manual\\_de\\_Producci%C3%B3n\\_de\\_Ca%C3%B1a\\_de\\_Az%C3%BAcar\\_Saccharum\\_officinarum\\_L](https://www.academia.edu/35819588/Manual_de_Producci%C3%B3n_de_Ca%C3%B1a_de_Az%C3%BAcar_Saccharum_officinarum_L)

Ecologistas en Acción (1/2005). Acumulación de tóxicos en los suelos y en el agua [Mensaje en un blog]. [https://www.ecologistasenaccion.org/3177/efectos-sobre-el-medio-ambiente/#outil\\_sommaire\\_2](https://www.ecologistasenaccion.org/3177/efectos-sobre-el-medio-ambiente/#outil_sommaire_2)

Echevery Rubiano, C., Chica Rmirez, H. A. y Vargas Orozco, G. A. (2017). Resistencia varietal al ataque por *Diatraea* spp. (Lepidoptera: Crambidae) en caña de azúcar. Revista Colombiana de Entomología, 186-194.

Fedepanela. (2015). Cultivo de caña. Fedepanela,

<http://www.fedepanela.org.co/index.php/publicaciones/noticias/90-ministerio-de-agricultura->, p3.

Garay Suaza, J. (2012). Anuario Estadístico Agropecuario Gobernación del Huila.

[file:///C:/Users/sgalv/Downloads/ANUARIO\\_ESTADISTICO\\_AGROPECUARIO\\_HUILA\\_2012.pdf](file:///C:/Users/sgalv/Downloads/ANUARIO_ESTADISTICO_AGROPECUARIO_HUILA_2012.pdf)



Gómez, Z. A. y Moreno, C. A. (1987). Muestreo secuencial del daño de *Diatraea sacharalis* en caña de azúcar.

[https://www.cenicana.org/pdf\\_privado/carta\\_trimestral/ct2009/ct3y4\\_09/ct3y4\\_09\\_p10-15.pdf](https://www.cenicana.org/pdf_privado/carta_trimestral/ct2009/ct3y4_09/ct3y4_09_p10-15.pdf)

Instituto Colombiano Agropecuario ICA. (s. f.). Manejo del gusano barrenador (*Diatraea* spp.) en caña panelera. <https://www.ica.gov.co/getattachment/Areas/Agricola/Servicios/Control-y-Eradicacion-de-Riesgos-Fitosanitarios/PLEGABLE-diatraea-08-08-2016.pdf.aspx?lang=es-CO>

López Bustamante, J. F. (2015). La Caña de Azúcar (*Saccharum officinarum*) para la Producción de Panela. Caso: Nordeste del Departamento de Antioquia. (Tesis de pregrado).

[http://www.panelamonitor.org/media/docrepo/document/files/la-cana-de-azucar-\(saccharum-officinarum\)-para-la-produccion-de-panela.-caso-nordeste-del-departamento-de-antioquia.pdf](http://www.panelamonitor.org/media/docrepo/document/files/la-cana-de-azucar-(saccharum-officinarum)-para-la-produccion-de-panela.-caso-nordeste-del-departamento-de-antioquia.pdf).

Ministerio de Agricultura y desarrollo rural. (2006). La cadena agroindustrial de la panela en Colombia. Una mirada global de su estructura y dinamica 1991 - 2005.

[https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/18868/43918\\_55679.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/18868/43918_55679.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Naturland. (2000). Guia del cultivo de la caña panelera. <https://www.naturland.de/es>, p5.

Perafán, F. (2002). Azúcar de caña. [Mensaje de un blog].

<http://www.perafan.com/azucar/ea02cana.html>

Pérez Rico, E. F. y Martínez Torres, K. S. (2011). Distribución espacial y ciclo de vida de

*Diatrea* spp. en plantaciones de *Saccharum officinarum* (Caquetá, Colombia). Ingenierías

& Amazonia 4(2). <https://www.udla.edu.co/revistas/index.php/ingenierias-y-amazonia/article/viewFile/90/122-130>

Perkins Ltda. Productos biológicos. (2019). Moscas tachinas.

<http://perkinsltda.com.co/services/moscas-tachinas/> Consultado: 19 de abril de 2019.

Procaña. (2012). Costos de producción.

<http://www.procana.org/new/usuarios.html?return=aHR0cDovL3d3dy5wcm9jYW5hLm9yZy9uZXcvZXN0YWRpc3RpY2FzL2Nvc3Rvcy1kZS1wcm9kdWNjacOzbi5odG1s>

Rangel, M. C. (2006). Estudio de Caracterización Ocupacional del Subsector de la Panela, con énfasis en los entornos Tecnológico y Ocupacional, como primer insumo para la Normalización por Competencias Laborales, de las diferentes áreas de desempeño de los procesos productivos y de exportación de la panela en sus diferentes presentaciones.

Servicio Nacional de Aprendizaje SENA.

<http://www.panelamonitor.org/media/docrepro/document/files/estudio-de-caracterizacion-ocupacional-del-subsector-de-la-panela-con-.....pdf>

Salazar Blanco, J. D. y Salazar Campos, M. (s. f.). Principales enemigos naturales del barrenador común del tallo de la caña de azúcar (*Diatraea* spp.) en Costa Rica.

[file:///C:/Users/sgalv/Downloads/Documento%20para%20Acontecer%20en%20Victoria%20Enemigos%20Naturales%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/sgalv/Downloads/Documento%20para%20Acontecer%20en%20Victoria%20Enemigos%20Naturales%20(1).pdf)

Secretaría de agricultura y minería Gobernación del Huila. (2015). Evaluación agropecuaria

2015. Evaluación agrícola definitiva para cultivos permanentes y semipermanentes año

2015. <https://www.huila.gov.co/publicaciones/5032/evaluaciones-agropecuarias-476/>

- Sillón. (2008). Producción de Maíz. Capítulo 6: Enfermedades del cultivo de maíz. Consorcio Regional de Experimentación Agrícola); Editor: Satorre, Emilio. Página/s: 163. ISBN: 978 - 987 - 1513 - 00 - 0, p180.
- Unisarc. (11 de octubre de 2012). El control biológico, un aporte a la agricultura limpia. Virtual Pro. <https://www.virtualpro.co/noticias/el-control-biologico-un-aporte-a-la-agricultura-limpia>.
- Vargas Orozco, G. A. y Posada Contreras, C. (2013). Análisis económico del control biológico de *Diatraea* spp. Documento de trabajo No. 727. Cenicaña.  
<https://docplayer.es/22846396-Analisis-economico-del-control-biologico-de-diatraea-spp.html>
- Vargas Orozco, G. A. (2015). 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/>

## Anexos

### ANEXO A. Formato de Monitoreo de *Diatraea Spp*

FECHA: \_\_\_\_\_

DEPARTAMENTO: \_\_\_\_\_ MUNICIPIO: \_\_\_\_\_

VEREDA: \_\_\_\_\_ PRODUCTOR: \_\_\_\_\_

UNIDAD PRODUCTIVA: \_\_\_\_\_

AREA TOTAL: \_\_\_\_\_ AREA AFECTADA: \_\_\_\_\_

NOMBRE TÉCNICO: \_\_\_\_\_

#### Formato de evaluación de *Diatraea Spp* asociación Asoproomac

SITUACION OBSERVADA			TABLA % INFESTACIÓN	
Cañas #	# Entrenudos	# Entrenudos Afectados	% de Daño	Calificación
1			0 – 5,5	Daño Bajo
2			5,6 – 10,5	Daño Moderado
3			10,6 – 15,5	Daño Medio
4			15,6 – 25,5	Daño Severo
5			Mayor de 25,6	Daño Muy Severo
6			<b>% INFESTACIÓN (% I)</b> <b>% I: (# cañas afectadas / Total Cañas) * 100 % I:</b> <b>% I:</b> <b>% INDICE DE INFESTACIÓN (% I. I)</b> <b>% I. I: (# Entrenudos Afectados / Total # Entrenudos) * 100</b> <b>% I. I:</b> <b>% I. I:</b>	
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13			<b>OBSERVACIONES:</b>	
14				
15				
<b>TOTAL</b>				

\_\_\_\_\_

**Firma del productor responsable**

\_\_\_\_\_

**Firma del tecnico**

Fuente Cenicaña, acondicionado por fedepanela