

**EFFECTO DE LAS LIBERACIONES DE *Trichogramma exiguum*. SOBRE
POBLACIONES DE *Diatraea spp* EN DOS MUNICIPIOS DE LA ZONA
PANELERA DE NARIÑO**

**CRISTIAN CASTILLO CASTILLO
CAROLINA ZAMBRANO PEREZ**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA
PASTO - COLOMBIA
2004**

**EFFECTO DE LAS LIBERACIONES DE *Trichogramma exiguum* SOBRE
POBLACIONES DE *Diatraea spp* EN DOS MUNICIPIOS DE LA ZONA
PANELERA DE NARIÑO**

**CRISTIAN CASTILLO CASTILLO
CAROLINA ZAMBRANO PEREZ**

**Trabajo de Grado presentado como requisito parcial para optar al titulo de
INGENIERO AGRÓNOMO**

**Presidente de Tesis
JAVIER GARCIA ALZATE I.A. M.Sc**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA
PASTO - COLOMBIA
2004**

Nota de aceptación:

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

San Juan de Pasto, Mayo de 2004.

“Las ideas y conclusiones aportadas en el Trabajo de Grado son responsabilidad exclusiva de sus autores”

Artículo 1º. Del Acuerdo No. 324 del 11 de Octubre de 1966, emanado del Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño”

DEDICATORIA

A Dios, por la oportunidad de superación y por su presencia en cada día de mi vida.

A mis padres y familia por ser ejemplo de esfuerzo y trabajo y en especial a mi hermano Jair Zambrano por estar siempre conmigo.

A mis amigos que siempre estuvieron apoyándome en la elaboración de este trabajo.

CAROLINA ZAMBRANO PEREZ.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi compañero y amigo “Dios” que es mi fuerza para seguir adelante.

A todas las personas que creyeron en mí y me apoyaron en todo momento, especialmente a mi papá Angel Jesús, a mi mamá Gloria Lidia a mi hermana Tatiana; a Maria Helena Castillo Chamorro, Alvaro Jose Castillo Marin, Javier Vallejo Diaz, a Tania Carolina Gustin Guerrero y demas familiares y amigos.

CRISTIAN ADRIAN CASTILLO CASTILLO.

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos a:

LUIS FERNANDO CAMPUZANO. Ingeniero Agrónomo PhD. Director CORPOICA – CI Obonuco.

ANA ELIZABETH DIAZ. Ingeniera Agrónoma. CI – Palmira

LUIS ANTONIO GÓMEZ LAVERDE. PhD. CENICAÑA.

GERMAN ARTEAGA MENESAS. Ingeniero Agrónomo. M.Sc. Decano de la Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad de Nariño.

ALVARO CASTILLO MARIN. Ingeniero Agrónomo. Esp. Secretario Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad de Nariño.

JAVIER GARCÍA ALZATE. Ingeniero Agrónomo. M.Sc. Docente de la Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad de Nariño.

BENJAMÍN SAÑUDO SOTELO. Ingeniero Agrónomo. Docente de la Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad de Nariño.

MARIA ELENA CASTILLO CHAMARRO. Secretaria ejecutiva. Corporación social de Colombia.

JAMEZ JOSELY CHÁVEZ ARCOS. Ingeniero Agrónomo. Ejecutor del programa de control biológico en la zona panelera de Nariño.

MARCO AURELIO BOLAÑOZ. Economista. CORPOICA

ALFONSO MUÑOZ. Ingeniero Agrónomo.

SILVIO RODRIGO INSUASTY. Auxiliar de investigación. CORPOICA.

GERMAN GUERRERO. Zootecnista. Universidad de Nariño.

CRUZ ALBERTO CAICEDO. Economista. Docente Universidad de Nariño.

La Facultad de Ciencias Agrícolas

La Corporación Colombiana de investigación Agropecuaria – CORPOICA

Al Centro de investigación de la caña de azúcar CENICAÑA

A HERNANDO DELGADO POLO y compañeros de **Servicampo**

Y a todos nuestros familiares y amigos que de una u otra forma apoyaron la realización del presente trabajo

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	20
1. MARCO TEÓRICO	21
1.1. GENERALIDADES DE LA CAÑA PANELERA (<i>Saccharum officinarum</i>)	21
1.1.1 Clasificación taxonómica de la caña panelera.	21
1.1.2 Variedades.	22
1.1.3 Problemas sanitarios.	23
1.2 DESCRIPCIÓN DEL BARRENADOR DE CAÑA PANELERA <i>Diatraea spp</i>	24
1.2.1 Clasificación taxonómica.	24
1.2.2 Daño e importancia económica.	25
1.2.3 Distribución y hospederos.	26
1.2.4 Biología del barrenador.	26
1.3 Manejo y control de <i>Diatraea spp</i>	27
1.3.1 Control físico.	27
1.3.2 Control cultural	27
1.3.3 Control químico	27
1.3.4 Control biológico	27
1.4 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DE <i>Trichogramma sp</i>	29
1.4.1 Ciclo biológico	29
1.5 MODO DE ACCIÓN DE <i>Trichogramma sp</i>	31

1.5.1	Proceso de parasitación	31
1.5.2	Síntomas de parasitación	32
1.5.3	Eficacia de <i>Trichogramma sp</i>	32
2.	DISEÑO METODOLÓGICO	33
2.1.	DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO	33
2.1.1.	Ubicación geográfica	33
2.2.	MUESTREO	34
2.3.	VARIABLES A EVALUAR	34
2.3.1.	Determinación del porcentaje de infestación del <i>Diatraea spp</i> en caña Panelera.	34
2.3.2.	Determinación del porcentaje de intensidad de infestación de <i>Diatraea spp</i> en caña panelera.	35
2.4.	LIBERACIONES	35
2.4.1.	Determinación del porcentaje de parasitismo	36
2.4.2.	Control de calidad de <i>Trichogramma exigumm</i> a liberar	37
2.5.	DETERMINACIÓN DEL ATAQUE DE <i>Diatraea spp</i> CON RELACIÓN A LA PRODUCCIÓN	37
2.5.1.	Grados brix en pie	37
2.5.2.	Peso total de la caña	37
2.5.3.	Grados brix en jugo	38
2.5.4.	Volumen de jugo en litros	38
2.5.5.	pH en jugo	38
2.5.6.	Producción de panela	38
2.5.7.	Grados brix en panela	38

2.6.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO	38
2.6.1.	Análisis económico	38
3.	RESULTADO Y DISCUSIÓN	40
3.1.	DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE PARASITISMO NATURAL INDUCIDO EN HUEVOS DE <i>Diatraea spp</i>	40
3.1.1.	Porcentaje de parasitismo natural	40
3.2.	DETERMINACIÓN INICIAL DE LOS PORCENTAJES DE INFESTA E INTENSIDAD DE INFESTACIÓN DE <i>Diatraea spp</i> EN CAÑA PANELERA	40
3.2.1.	Determinación inicial del porcentaje de infestación de <i>Diatraea spp</i> en caña panelera	40
3.2.2.	Determinación del porcentaje de intensidad de infestación de <i>Diatraea spp</i> en caña panelera	41
3.3.	IDENTIFICACIÓN DE <i>Diatraea spp</i> PRESENTE EN LOS MUNICIPIOS DE SANDONA Y ÉL TAMBO	42
3.4.	EVALUACIÓN DE HUEVOS DE <i>Diatraea spp</i> EN CAÑA PANELERA	44
3.4.1.	Primera evaluación de huevos de <i>Diatraea spp</i> .	44
3.4.2.	Segunda evaluación de huevos de <i>Diatraea spp</i> .	44
3.4.3.	Tercera evaluación de huevos de <i>Diatraea spp</i> .	44
3.5.	DETERMINACIÓN FINAL DE LOS PORCENTAJES DE INFESTACIÓN E INTENSIDAD DE INFESTACIÓN DE <i>Diatraea spp</i> EN CAÑA PANELERA	48
3.5.1.	Porcentaje final de infestación de <i>Diatraea spp</i> en caña panelera	48
3.5.2.	Porcentaje final de intensidad de infestación de <i>Diatraea spp</i>	50
3.6.	CONTROL DE CALIDAD DE <i>Trichogramma exiguum</i>	52
3.7.	DETERMINACIÓN DEL ATAQUE DE <i>Diatraea spp</i> CON RELACIÓN A LA PRODUCCIÓN	52
3.7.1.	Peso total de la caña	52

3.7.2. Grados brix en pie.	54
3.7.3. Kilogramos de caña para obtener una botija	54
3.7.4. Grados brix en jugo	56
3.7.5. El pH del guarapo	56
3.7.6. Producción de la panela	56
3.7.7. Grados brix en panela	57
3.8. ANÁLISIS ECONÓMICO	58
3.8.1. Costos de producción	58
4. CONCLUSIONES	65
5. RECOMENDACIONES	66
BIBLIOGRAFÍA	67
ANEXOS	71

LISTA DE CUADROS

	pág.
Cuadro 1. Escala de severidad de Naranjo y Camacho	35
Cuadro 2. Diferencia de las especies de <i>Diatraea spp</i>	43

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Determinación inicial del porcentaje de infestación de <i>Diatraea spp</i> en caña panelera, en los municipios de Sandoná y el Tambo	41
Tabla 2. Determinación inicial del porcentaje de intensidad de infestación de <i>Diatraea spp</i> en caña panelera, en los municipios de Sandoná y El Tambo.	42
Tabla 3. Determinación de la especie de <i>Diatraea sp</i> en los municipios de Sandoná y el Tambo	42
Tabla 4. Determinación del porcentaje de parasitismo de huevos de <i>Diatraea sp</i> en los municipios de Sandoná y el Tambo	45
Tabla 5. Determinación final del porcentaje de infestación de <i>Diatraea spp</i> en caña panelera, en los municipios de Sandoná y el Tambo	48
Tabla 6. Determinación final del porcentaje de intensidad de infestación de <i>Diatraea spp</i> en caña panelera, en los municipios de Sandoná y el Tambo	50
Tabla 7. Costos de producción de manera tradicional de caña panelera por hectáreas en los municipios en estudio	59
Tabla 8. Costos de producción de caña panelera por hectárea con tecnología recomendada	62

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Daño causado por <i>Diatraea spp</i> dentro del tallos de la caña (1.larva ocasionando el daño, 2. muermo rojo y 3. galerías ocasionadas por <u>Diatraea spp</u>).	25
Figura 2. Plano de campo del efecto de las liberaciones de <i>Trichogramma exiguum</i> sobre las poblaciones de <i>Diatraea spp</i> en los municipios en estudio	33
Figura 3. Vista superior de adulto de <i>Diatraea indigenilla</i>	43
Figura 4. Determinación del porcentaje de parasitismo de <i>Diatraea spp</i> por <i>Trichogramma exiguum</i> en caña panelera (<i>Saccharum officinarum</i>) en el municipio de Sandoná	47
Figura 5. Determinación del porcentaje de parasitismo de <i>Diatraea spp</i> por <i>Trichogramma exiguum</i> en caña panelera (<i>Saccharum officinarum</i>) en el municipio de El Tambo	49
Figura 6. Peso total de la caña fresca en toneladas por hectárea en el municipio de Sandoná	53
Figura 7. Peso total de la caña fresca en toneladas por hectárea en el municipio del Tambo	54
Figura 8. Peso total de caña utilizado para obtener una botija en el municipio de Sandoná en kilogramos	55
Figura 9. Peso total de caña utilizado para obtener una botija en el municipio del El Tambo	55
Figura 10. Producción de panela en toneladas por hectárea en el municipio de Sandoná	57
Figura 11. Producción de panela de toneladas por hectáreas en el municipio de El Tambo	57

LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo A. Determinación del porcentaje de parasitismo natural en el municipio de Sandoná.	72
Anexo B. Determinación del porcentaje de parasitismo natural en el municipio del Tambo.	73
Anexo C. Evaluación del porcentaje de infestación en los municipios de Sandoná y del Tambo	74
Anexo D. Determinación del porcentaje de intensidad de infestación en los municipios de Sandoná y del Tambo	75
Anexo E. Determinación de los porcentajes de parasitismo en las diferentes liberaciones de los municipios de Sandoná y el Tambo.	76
Anexo F. Análisis de Varianza para la variable del porcentaje de Intensidad de Infestación en caña panelera en la parcela testigo antes y después de hacer las liberaciones de <i>Trichogramma exiguum</i> en el municipio de Sandoná	77
Anexo G. Análisis de Varianza para la variable del porcentaje de Intensidad de Infestación en caña panelera en la parcela tratamiento antes y después de hacer las liberaciones de <i>Trichogramma exiguum</i> en el municipio de Sandoná	78
Anexo H. Análisis de Varianza para la variable del porcentaje de Intensidad de Infestación en caña panelera en la parcela testigo antes y después de hacer las liberaciones de <i>Trichogramma exiguum</i> en el municipio de El Tambo	79
Anexo I. Análisis de Varianza para la variable del porcentaje de Intensidad de Infestación en caña panelera en la parcela tratamiento antes y después de hacer las liberaciones de <i>Trichogramma exiguum</i> en el municipio de El Tambo.	80
Anexo J. Control de calidad antes de hacer la liberaciones de <i>Trichogramma exiguum</i>	81
Anexo K. Datos de cosecha en las parcelas experimentales	82

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en los municipios de Sandoná, y El Tambo ubicados en el departamento de Nariño, con el propósito de evaluar la efectividad del control del Barrenador de caña (*Diatraea spp*) con *Trichogramma exiguum* en cultivos de caña panelera. Para determinar el efecto del control del barrenador, se midieron el porcentaje de infestación, el porcentaje de intensidad de infestación, porcentaje de parasitismo y la relación existente del daño con la producción de panela.

La variedad de caña panelera utilizada fue Canal Point 57 – 603. Para evaluar el control del barrenador de la caña, se hicieron liberaciones sistemáticas y cronológicas en el tiempo de *Trichogramma exiguum*; dichas liberaciones se realizaron en una área de 3333 metros cuadrados, cada 60 días y la respuesta del cultivo a ellas se comparo con igual área, en el mismo lote pero sin la liberación del parasitoide.

Los resultados mostraron que en el municipio de Sandoná el porcentaje de infestación e Intensidad de Infestación fueron de 54,16% y 11,27% respectivamente, valores menores presentados por la parcela testigo (Sin control. De la misma forma en el municipio del Tambo el nivel de Infestación e Intensidad de Infestación de la parcela sin control fue mayor (68,3% y 13.96%) que el presentado por la parcela donde se realizaron las liberaciones (57,5% y 8,42%).

En el municipio de Sandoná se incremento en 1,7 toneladas por hectárea de panela con la aplicación del las liberaciones de *Trichogramma exiguum* y en el Tambo el incremento fue de 1,3 toneladas por hectárea con la presencia del parásitoide en el cultivo.

Con base en los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación se concluye que las liberaciones de *Trichogramma exiguum* en ambos municipios evaluados, produjo una disminución en el grado de daño producido por *Diatraea spp* en caña panelera. También se encontró mejor calidad interna de la caña, ya que se mejoraron el rendimiento, grados brix y acidez, cuando hubo control del insecto plaga.

Económicamente el control del insecto plaga mostró una rentabilidad de 8.27% mas que el cultivo que no lo presento.

ABSTRACT

The present work of research was carried out in the municipalities of Sandona and El Tambo, located in the department of Nariño with the goal to test the control effectiveness of cane sugar (*Diatraea spp*) drill runner with *Trichogramma exiguum* in brown sugar loaf cane cultivations.

To determine the effect of drill runner control the percentage of infestation, the percentage of infestation intensity the percentage of parasitism and present relationship of damage with brown sugar loaf were measured.

The brown sugar loaf cane variety used was Canal-Point 57 – 603. to test drill runner control of cane, systematic and chronological releases were made in the time of *Trichogramma exiguum*. Those releases were made in a 3.333- square meter area, each 60 days and the cultivation response to them were compared with an equal area in the same plot but without any release of parasite.

Results showed that in the municipality of Sandona, the percentage of infestation and infestation intensity were 54.16% and 11.27%, respectively, lower values than those showed in witness plot (without control). At the same way, in the municipality of El Tambo, the infestation and infestation intensity levels of non-control plot was higher (68.3% and 13.96%) than showed by plot where releases were made (57.5% and 8.42%).

In the municipality of Sandona, it was increased in 1,7 tons/ha of brown sugar loaf with the application of *Trichogramma exiguum* releases, and in El Tambo, the increase was of 1.3 tons/ha with the presence of parasite in the land.

Based on obtained results in the present research work, it was possible to conclude that *Trichogramma exiguum* releases in both tested municipalities produced a decrease in damage level resulted from *Diatraea spp* in brown sugar loaf cane. Besides, it was found a better internal quality of cane, since yield, brix grades and acidity were improved when there was a control of pest.

From an economical point of view, the control of pest showed an income – yield capacity of 8,27% which was higher than that showed by cultivation without any type of presence.

INTRODUCCIÓN

En Nariño existen 20.763 hectáreas sembradas con el cultivo de caña panelera, la cual es una actividad importante en este departamento porque genera empleo en forma directa e indirecta de los cuales se derivan tres millones de jornales anuales.

La plaga que genera mayores pérdidas económicas en las plantaciones de caña panelera en Nariño es *Diatraea spp* (*Lepidóptero: Pyralidae*) que en estado de larva perfora y destruye los tejidos de la planta reduciendo el tonelaje de caña por hectárea, la cantidad y calidad de jugos para la producción de panela.

El ataque de dicha plaga representa el 40% de las perdidas totales, por tal razón es necesario conocer los daños que causan ya que los municipios en estudio destinan un gran porcentaje de sus tierras a este cultivo, trayendo como consecuencia grandes perdidas económicas; Registrando la mayor área sembrada en el municipio de Sandoná con 5.088 hectáreas y El Tambo con 550 hectáreas.

Una forma de reducir el ataque de dicha plaga y disminuir costos de producción es la implementación del control biológico a través de la utilización de parasitoides de huevos y larvas. Como parasitoides de huevos se ha registrado a *Trichogramma spp* (*Hymenoptera: Trichogrammatidae*) como la especie de mayor eficacia por su inocuidad y economía, como parasitoide de larvas se menciona a las moscas pertenecientes a la familia Tachinidae *Paratheresia claripalpis* y *Metagonistylum minense*.

El presente trabajo mide desde el punto de vista técnico y económico, el aporte del efecto de las liberaciones de *Trichogramma exiguum* sobre las poblaciones de *Diatraea spp*. Para ello se plantearon los siguientes objetivos:

Evaluar el porcentaje de infestación e intensidad de infestación de *Diatraea spp*. en las parcelas experimentales de los municipios de Sandoná y El Tambo.

Evaluar el porcentaje de parasitismo de *Trichogramma exiguum* sobre *Diatraea sp* y medir el efecto de las liberaciones sobre la producción de panela.

1. MARCO TEÓRICO

1.1 GENERALIDADES DE LA CAÑA PANELERA

Son contradictorias las versiones acerca de los orígenes de la caña en el ámbito mundial, continental y nacional. Para algunos autores este producto proviene de Nueva Guinea y se extendió luego a Borneo, Sumatra y la India. La introdujo a América Cristóbal Colón en su segundo viaje (1493) a la isla de la Española, -hoy Haití. En Colombia se sembró por primera vez en Santa María Antigua del Darién (1510) y posteriormente en el Valle del Cauca, Federación Nacional de Producción de Panela¹.

“En Colombia se cultiva en los departamentos de: Antioquia, Arauca, Bolívar, Boyacá, Caldas, Caquetá, Cauca, Choco, Córdoba, Cundinamarca, Huila, Meta, Nariño, Norte de Santander, Putumayo, Quindío, Risaralda, Santander, Sucre, Tolima y el Valle del Cauca con un total de 222.204 hectáreas sembradas”².

“En Nariño se cultiva caña panelera en alturas comprendidas entre 1000 – 2200 m.s.n.m. con temperaturas de 15°C – 28° C. En zonas con precipitación anual entre 1500 a 2500 milímetros. Así mismo en las regiones caracterizadas por humedad relativa entre 69% y 87%, con suelos medianamente profundos, textura franco-arcillosa, de mediana o alta fertilidad”³.

1.1.1 Clasificación taxonómica de la caña panelera (*Saccharum officinarum*). La caña de azúcar tiene la siguiente clasificación, Cenicaña⁴.

Tipo: Fanerógama.

Subtipo: Angiospermas

Clase: Monocotiledóneas.

Orden: Glumales

Familia: Gramínea

Tribu: Andropogoneas

Genero: *Saccharum*

Especie: *officinarum*

¹ FEDERACIÓN NACIONAL DE PRODUCCIÓN DE PANELA. Manual de caña de azúcar para la producción de panela. Bogota : s.n., 1995. p.14.

² INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO. El cultivo de la caña panelera en la zona cafetera. Manizales: s.n., 1981. p.7.

³ Ibid., p.14.

⁴ CENTRO DE INVESTIGACIÓN DE LA CAÑA DE AZÚCAR DE COLOMBIA, CENICAÑA. Cali, 1986. Informe anual de labores. p.10.

1.1.2 Variedades. Según el Centro de Investigación de la caña de azúcar de Colombia, Cenicaña:

La caña actualmente cultivada en Colombia proviene en gran parte de hibridaciones introducidas de otros países y de algunas producidas en el país. Las introducciones más importantes provienen de: Java (POJ), Barbados (B), Hawai (H), Puerto Rico (PR), India (CO), EEUU (CP), Venezuela (V), Brasil (S.P.C.B) y Republica Dominicana (RD).

Las producidas en Colombia se agrupan de la siguiente manera:

- EPC: las obtenidas en la Estación Experimental Palmira hasta el año de 1961.
- ICA: las generadas por el Instituto Colombiano Agropecuario hasta el año 1975.
- C.C: las producidas a partir del año 1981 por Cenicaña, que en la actualidad es la entidad que produce el mayor número de variedades de esta especie, con destino al sector azucarero.
- Algunas producidas por ingenios particulares como Mayagüez Colombia (MZC) y Manuelita Colombia (MC)⁵.

Según Cenicaña, “Las variedades actualmente cultivadas en Colombia son: POJ 2878, MZC 74 – 275, Co 42, POJ 27 14, PR 61 – 632, Co 419, CP 57 – 603, PR 1141, H 50 – 7209, ICA 70 – 36, ICA 69 – 11 y M 336 X PR 980”⁶.

La variedad de caña panelera POJ 2878 ocupa el 51% del área total de la siembra en el departamento de Nariño. Existen otras de menor participación como la Puerto Rico, Palmireña y Canal Point, que representan el 17%, la Australiana el 9%, Seda el 6% y un grupo inferior de variedades regionales denominadas Criolla, Uva, Indiana, Ploma, Amarilla, Morada y Ceniza con el 2%, ICA⁷.

La Canal Point CP 57 – 603 caracteriza agrónomicamente por tener hábito de crecimiento erecto, hojas rectas, buen macoyamiento, presenta poca pelusa y se deshoja fácilmente; es sensible a altos contenidos de sales y en

⁵ CENTRO DE INVESTIGACIÓN DE LA CAÑA DE AZÚCAR DE COLOMBIA, CENICAÑA. Informe anual de labores: programa variedades. Cali : *s.n.*, 1982. p. 90.

⁶ CENTRO DE INVESTIGACIÓN DE LA CAÑA DE AZÚCAR DE COLOMBIA, CENICAÑA. Informe anual de labores. Cali : *s.n.*, 1984. p. 45.

⁷ INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO. Convenio ICA-Holanda de investigación y divulgación de la industria panelera, manual de caña panelera. Países Bajos: Barbosa, 1992. p.20.

suelos de baja fertilidad su rendimiento es inferior; presenta maduración temprana, floreciendo profusamente a corta edad, su jugo es de muy buena calidad, tiene tallos de longitud mediana, de diámetro grueso, de color amarillo grisáceo, con entrenudos cilíndricos, de longitud mediana, posee una capa delgada de cerosita⁸.

La caña panelera Canal Point CP 57 – 603, presenta resistencia a las enfermedades patogénicas como: mancha de anillo o anular (*Leptosphaeria acchari* V. Breda de Haam), mancha de ojo (*Helminthosporium sacchari* V Breda de Haan), raquitismo de la soca(*Clavibacter xli* subsp xyli) y es susceptible a: Carbón (*Ustilago Scitaminea* sydow), Mosaico (SCMV).⁹.

1.1.3 Problemas sanitarios. Entre los problemas sanitarios en caña panelera causados por insectos, los de mayor importancia económica los ocasiona cinco especies que poseen mayor incidencia en regiones paneleras y ellas son:

- **El Cucacho, cornudo o cucarrón de invierno** (*Podischnus agenor olivier*) (Coleóptero: Scarabaeidae) que en edad adulta ocasiona daño a los tallos y cogollos de la caña, causa la muerte de la planta o la hace muy frágil para él quiebre o volcamiento, Cenicaña¹⁰.

- **El picudo rayado de la caña** (*Metamasius hemipterus*) (Coleóptero: Curculionidae), los estados de larvas y adultos realizan galerías en la caña que contribuyen a la pérdida de jugos y destrucción de tejidos y además este insecto aprovecha las aberturas hechas por *Diatraea* para colocar sus huevos, Fedepanela¹¹.

- **El barrenador Gigante de la Caña de Azúcar** (*Castnia sp*) (Lepidóptero: Castnidae) el daño lo ocasiona la larva al alimentarse de los rizomas hasta destruirla totalmente. En cañas jóvenes la larva se introduce en los retoños recién brotados causando su marchites progresiva. En cañas adultas se presentan galerías profundas que puede llegar en algunos casos hasta el cogollo, Fedepanela¹².

⁸ INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO. Curso Tecnología en caña panelera. Pasto: *s.n.*, 1985. 126 p.

⁹ CORPORACIÓN COLOMBIANA DE INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA, CORPOICA. Manual de caña de azúcar para producción de panela. Bogotá : *s.n.*, 1993. p. 129.

¹⁰ CENTRO DE INVESTIGACIÓN DE LA CAÑA DE AZÚCAR DE COLOMBIA, CENICAÑA. Informe anual de labores. Cali : *s.n.*, 1986. Informe anual de labores. p. 91.

¹¹ FEDERACIÓN NACIONAL DE PRODUCCIÓN DE PANELA. Manual de caña de azúcar para la producción de panela. Bogotá: *s.n.*, 1995. p.104.

¹² Ibid., p.107.

- **El barrenador del tallo** (*Diatraea sp*) (Lepidóptero: Pyralidae) es la plaga que genera mayores pérdidas económicas en cultivos de caña, a nivel de todos los países latinoamericanos, Vélez¹³.

Diatraea spp afecta en Colombia 180.000 hectáreas en cultivos de caña panelera en los departamentos de Antioquia, Santander, Cundinamarca y Nariño, con daños económicos hasta de 18%, ICA¹⁴.

1.2 DESCRIPCIÓN DEL BARRENADOR DE LA CAÑA PANELERA *Diatraea spp*

1.2.1 Clasificación taxonómica. Según Borrór y Delong, el barrenador se encuentra clasificado en él:

Phillum: Artrópodo

Orden: Lepidóptera

Suborden: Frenatae

Familia: Pyralidae

Subfamilia: Crambinae

Genero: *Diatraea*

Especie: *saccharalis e indigenella*¹⁵.

1.2.2 Daño e importancia económica. Los daños ocasionadas por *Diatraea spp* en caña se caracterizan por presentar perforaciones en cogollos, causando el denominado corazón muerto, perforaciones circulares en los nudos o entrenudos causando el quiebre de la caña y la formación de galerías (Figura 1).

¹³ VELEZ, R. Notas sinópticas de entomología económica Colombiana. Medellín: Universidad Nacional de Colombia, 1985. p. 78.

¹⁴ INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO. Impacto del ICA. En el desarrollo y la Competitividad de las especies agrícolas y sus productos. Bogotá : ICA., 2003. p. 7.

¹⁵ BORROR, Donald. y DELONG, Dwight. And introduction to the study of insects. 4 ed. Estados Unidos : s.n., 1954. 852 p.

Figura 1. Daño causado por *Diatraea spp* dentro del tallo de caña (1. larva ocasionando el daño, 2. muermo rojo y 3. galerías ocasionados por *Diatraea spp*).



Fotografía: José Ricardo Alzate. Corpoica C.I Palmira

Por estas perforaciones penetran otros insectos de los géneros de *Metamasius* y *Rhynchophorus*, y enfermedades como *Colletotrichum*, que es el causante de muermo rojo provocando la proliferación de tallos laterales, Gómez y Lastra¹⁶.

“Las pérdidas ocasionadas por el ataque de *Diatraea spp* se ven reflejadas en la producción, porque disminuye el contenido de sacarosa, debido al proceso de inversión que sufren los azúcares, mediante la acción dañina del barrenador y otros organismos patógenos”¹⁷.

¹⁶ GÓMEZ, L y LASTRA, R. El cultivo de la caña en la zona azucarera de Colombia. Cassalett, Torres, J, Isaac; Cali, Colombia : CENICAÑA. 1995. p. 24.

¹⁷ INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO. El cultivo de la caña panelera en la zona cafetera. Manizales : s.n., 1981. p. 14.

1.2.3 Distribución y Hospederos. *Diatraea sp* es un insecto originario del continente americano, se registran 40 especies de gramíneas como hospederos. Entre estas están maíz, sorgo, arroz, avena, trigo, cebada, pastos forrajeros, malezas de gramíneas, entre otras¹⁸.

1.2.4 Biología del barredor. *Diatraea spp* pasa por cuatro estados, el ciclo del insecto se inicia con:

* **Huevo.** Estos recién depositados, son de color amarillo crema de forma ligeramente elíptica. Se localizan en la haz o el envés de las hojas en masas de 20 – 30 en hileras superpuestas a manera de escamas de pez. Cuando estos eclosionan, las larvas se tornan transparentes. El periodo de incubación puede durar entre 5-10 días dependiendo de los factores climáticos como temperatura y humedad relativa¹⁹.

* **Larva.** La larva mide 2,5 á 3,0 centímetros de largo, es de color blanco cremoso y cabeza de color café oscuro o canela. La duración de este estado es de 20 a 35 días dependiendo de las condiciones climáticas²⁰. Siendo el quinto instar quien ocasiona daños de tipo al cultivo.

* **Pupa.** Al iniciar este estado es de color amarillento, cambiando posteriormente a caoba brillante. Mide de 1,2 a 3 centímetros, la pupa o crisálida se ubica dentro del tallo y cerca de los orificios de salida de las larvas. En este estado dura de 5 a 12 días ICA²¹.

* **Adulto.** Los adultos son polillas de color blanco o habano; las hembras son de mayor tamaño que los machos, con palpos labiales muy desarrollados dirigidos hacia adelante, las alas delanteras son más pardas que las traseras, con puntos y líneas hacia el ápice. Son nocturnas y las atrae la luz. Este estado dura 2 a 10 días. El ciclo de vida total de este insecto varía entre 41 y 60 días dependiendo de la temperatura²².

¹⁸ INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO. Convenio ICA-Holanda de investigación y divulgación de la industria panelera, manual de caña panelera. Países Bajos: Barbosa, 1992. p.48.

¹⁹ PINTO, J. L. Principales plagas de la caña para panela y sus métodos de control. En: Curso de Tecnología en Caña Panelera. Barbosa: ICA, 1985. p. 56.

²⁰ INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO. Convenio ICA-Holanda de investigación y divulgación de la industria panelera, manual de caña panelera. Países Bajos: Barbosa, 1992. p. 36.

²¹ Ibid., p. 36.

²² PINTO, Op. cit., p.56.

Debido a la severidad del ataque de *Diatraea spp* es necesario adoptar un plan de manejo y control para reducir pérdidas. Entre las prácticas de manejo del insecto se tienen:

1.3 MANEJO Y CONTROL DE *Diatraea spp*

1.3.1 Control físico. Para bajar la incidencia de la población de esta plaga en su estado adulto, se ubican lámparas de luz negra al borde de los cañaduzales para atraerlos y por su torpe aleteo caerán en un recipiente con agua y jabón, situados al pie de las lámparas para que mueran ahogadas²³.

1.3.2 Control cultural. Esto implica principalmente el uso de semilla sana, control de malezas hospederas, destrucción de residuos de cosecha y recolección de larvas de *Diatraea spp* presentes en el cultivo, con el fin de hacer la limpieza manual de campo²⁴.

1.3.3 Control químico. No se recomienda la aplicación de medidas de control con productos químicos, por las características propias de las larvas de *Diatraea spp* de barrenar los tallos, con la aplicación de este control, se perjudica la fauna benéfica y se degrada el medio ambiente²⁵.

1.3.4 Control biológico. Es uno de los métodos más antiguos y exitosos. Se practica con la utilización de enemigos naturales predadores o parasitoides. Se demuestra su beneficio en muchos países del mundo, especialmente por la estabilidad de los resultados y la disminución de riesgo de tipo ecológico²⁶.

“Los primeros trabajos sobre control biológico los realizó Charles Valentine Riley quien se basó en la creencia que los niveles altos de población de una plaga emigrante, era el resultado de su escape a los factores de control cultural, De Bach” según lo citado por Rivera y Sánchez²⁷.

²³ RAIGOSA, B.J. Fluctuación de la población de *Diatraea saccharalis* capturados con trampas de luz negra en caña de azúcar. En : Revista Colombiana de Entomología. No 11(1985); p. 23.

²⁴ BASTIDAS, Clara y VELÁSQUEZ, Jesús. evaluación de daño y reconocimiento de enemigos naturales del barrenador del tallo de la caña de azúcar (*Diatraea saccharalis*) en los municipios de Sandoná y Consacá, Departamento de Nariño. Pasto, Colombia, 1990. 90 p. Trabajo de grado(Ingeniero Agrónomo). Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas. p.13.

²⁵ CORDOBA, Marco y ESPAÑA, Cesar. Evaluación de daños causados por el barrenador de la caña de azúcar *Diatraea spp* en algunas zonas de los municipios de Ancuya y Linares. Pasto, Colombia, 1980. 100 p. Trabajo de grado (Ingeniero Agrónomo). Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas. p. 50.

²⁶ FEDERACIÓN NACIONAL DE PRODUCCIÓN DE PANELA. Op.cit., p. 105.

²⁷ RIVERA Alberto, y SÁNCHEZ Luís. Identificación, cria y evaluación de *Trichogramma sp* para el control de plagas en el cultivo algodonero en el pie de monte llanero. Bogotá, Colombia, 1981. 150 p. Trabajo de grado (Ingeniero Agrónomo). Universidad de Nacional, Facultad de Ciencias Agrícolas. p.15.

Según Amaya²⁸, el control biológico tiene la ventaja de ser muy específico, semipermanente, inocuo y de bajo costo; Actualmente, los agricultores no le dan buena acogida, porque sus resultados no son inmediatos.

Uno de los controles biológicos recomendados para *Diatraea spp* es la liberación de parasitoides de huevos y larvas. Como parasitoides de huevos se registra a *Trichogramma sp* y para larvas a *Paratheresia claripalpis* y *Metagonistilum mínense*, Naranjo y Camacho²⁹.

Según estudios realizados en Costa Rica otro controlador biológico es *Cotesia flavipes* cuyos resultados después de realizar el estudio, fueron: parasitismo medio natural de 30,6%, evaluados en un área total de 22,556 hectáreas, demostrando así la alta eficiencia que tiene este parasitoide en el control de la plaga, Dirección de investigación y extensión de la caña de azúcar³⁰.

El controlador biológico de mayor eficacia en el cultivo de caña es *Trichogramma sp* y su éxito se ha registrado en países como México, Perú, Rusia, Alemania, Francia, China, Cuba y Colombia, Amaya³¹.

En Colombia existen cuatro especies reconocidas: *Trichogramma pretiosum*, *Trichogramma exiguum*, *Trichogramma bennetti* y *Trichogramma colombiensis*, Amaya³².

Trichogramma se caracteriza por parasitar posturas de *Diatraea* en cualquier sitio de la hoja, se desarrollan sus huevos en el interior de las posturas del barrenador, cumpliendo todo su ciclo en el huésped. Los huevos se tornan de color negro cuando están parasitados y en lugar de emerger una larva del barrenador eclosiona un adulto de *Trichogramma sp*, de aquí su alta eficiencia, Bastidas y Velásquez³³.

²⁸ AMAYA, Manuel. *Trichogramma spp*: Producción, uso y manejo en Colombia. Guadalajara de Buga (Valle Del Cauca): IMPRETEC, 1998. p. 34.

²⁹ NARANJO, H y CAMACHO, L. Evaluación de los daños causados por *Diatraea sacharalis* a la industria azucarera del Valle del Río Cauca. Manizales, Colombia, 1965. 54 p. Trabajo de grado (Ingeniero Agrónomo). Universidad de Caldas, Facultad de Agronomía. p.45.

³⁰ DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y EXTENSIÓN DE LA CAÑA DE AZÚCAR (DEICA – LAICA) Evolución histórica del manejo de plagas en el cultivo de la caña de azúcar en Costa Rica. Costa Rica : s.n., 1999. p.10.

³¹ AMAYA. *Trichogramma sp*. Op.cit., p. 36.

³² AMAYA, Manuel. Estudios básicos tendientes a mejorar el uso de *Trichogramma spp* (*Himenoptera: Trichogrammatidae*) en el control integrado de plagas en Colombia. Bogotá, 1975, 83 p. Trabajo de grado (M.Sc). Universidad Nacional de Colombia. Facultad Ciencias Agrícolas. p. 26.

³³ BASTIDAS y VELÁSQUEZ, Op.cit., p.17.

1.4 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DE *Trichogramma spp.*

Según, Serna, citado por Díaz, su clasificación es:

Phillum: Artrópodo

Orden: Hymenoptera

Suborden: Apocrita

Superfamilia: Chalcidoidea

Subfamilia: Trichogrammatidae

Genero: *Trichogramma*

Especie: *exiguum*³⁴

Según Borrór y White, citado por Franco y Rodríguez, “el género *Trichogramma* esta comprendido por insectos miniatura y bastante robustos en su forma, pueden medir 1 mm, su tarso es trisegmentado, con pelos minúsculos en sus alas y distribuidos a manera de hileras”³⁵.

1.4.1 Ciclo Biológico. El ciclo biológico de *Trichogramma* es afectado por la temperatura, la humedad relativa y el huésped, pero en general la duración promedia desde la oviposición hasta la emergencia del adulto es de ocho días, Wille y Lingren citado por Amaya³⁶.

Gutiérrez, citado por Franco y Rodríguez sostiene que: “la duración del ciclo de vida de *Trichogramma spp* aumenta o disminuye en un día por cada 0,7°C que baje o suba la temperatura entre 15,5°C Y 21°C con una humedad relativa de 70 a 80%”³⁷.

El ciclo biológico de *Trichogramma spp* pasa por cinco estados a saber:

- **Huevo.** Es oblongo, a veces delgado y ligeramente cóncavo en su parte lateral, mide de 0,1 á 0,17 mm de longitud y 0,06 mm de ancho, son de color transparente y pueden durar 24 horas, Saldarriaga y Bustillo³⁸.

³⁴ DIAZ, Ana, Aspectos biológicos del *Trichogramma exiguum* (Hymenoptera :Trichogrammatidae) encaminado a su cría masiva para el control de *Diatraea spp* (Lepidoptera: Piralidae) . Pasto, Colombia, 1996. 130 p. Trabajo de grado (Ingeniero Agrónomo). Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas. p.17.

³⁵ FRANCO, Pedro y RODRÍGUEZ Fernando. Evaluación en campo de bacillus thuringiensis y el trichogramma sp para el control de dos plagas del algodón. Bogotá, Colombia. 1983. 162 p. Trabajo de grado (Ingeniero Agrónomo). Universidad de Nacional, Facultad de Ciencias Agrícolas. p. 20.

³⁶ AMAYA. *Trichogramma spp.* Op.cit., p. 31.

³⁷ FRANCO y RODRÍGUEZ. Op.cit., p. 47.

³⁸ SALDARRIAGA, A Y A. BUSTILLO. 1974. Del *Trichogramma* se sabe que... y otras observaciones sobre su parasitismo en huevos de *Osydia sp.* Cerca Trychiata. En: Revista Colombiana de Entomología. (Bogotá). 1(2):p. 42.

- **Larva.** Según Hagen, citado por Amaya³⁹, “el número de instares larvales en la familia *Trichogrammatidae* varía de uno a cinco, pero para *Trichogramma* son tres”.

* Primer estado larval: Al eclosionar el huevo, el tamaño de ella oscila entre 0,13 a 0,45 mm de longitud y de 0,08 a 0,23 mm de ancho, Metcalf, De la Torre, citado por Amaya⁴⁰.

* Segundo estado larval: longitud de 0,47 mm y un ancho de 0,32 mm, dura de 2 a 3 días después de ser ovipositado, Díaz⁴¹.

* Tercer estado larval: en la parte interior de la larva se observan partes correspondientes a la cabeza y a la segmentación torácico, Díaz⁴².

El estado completo de larva dura dos días.

- **Prepupa.** Durante este estado se producen profundas modificaciones: el saco digestivo se localiza en la parte central, las granulaciones se agrupan pero permanecen poco aparentes, se bosquejan las antenas, la cabeza, las patas, las alas y las piezas genitales. La prepupa toma 1 día, para dar paso a la pupa, Amaya⁴³.

- **Pupa.** Es de tipo exarata, translúcida, lisa y de color pardo claro. Su cutícula es fina y transparente, los ócelos son rojos claros y las patas se encuentran totalmente formadas. En este estado dura dos días, para dar origen al adulto, Díaz⁴⁴.

- **Adulto.** Son diminutos de 0,3 mm de largo y su color varía de acuerdo a su alimentación, predominando el color amarillo en el cuerpo y sus ojos rojos, Amaya⁴⁵.

El adulto tiene dos pares de alas membranosas, sus piezas bucales son de tipo masticador-lamedor, sus antenas acodadas ofrecen un marcado dimorfismo

³⁹ AMAYA. *Trichogramma spp.* Op.cit., p.54.

⁴⁰ Ibid., p.31.

⁴¹ DIAZ, Op.cit., p. 42.

⁴² Ibid., p. 43.

⁴³ AMAYA. *Trichogramma spp.* Op.cit., p.35.

⁴⁴ DIAZ, Op.cit., p. 43.

⁴⁵ AMAYA. *Trichogramma spp.* Op.cit., p.36.

sexual, siendo de mayor longitud las antenas de los machos en comparación a las de las hembras, Díaz⁴⁶.

1.5 MODO DE ACCIÓN DEL *Trichogramma spp*

El éxito de las liberaciones depende del encuentro rápido del adulto con el hospedero, la cantidad de este en el cultivo y las condiciones climáticas posteriores. El parasitoide *Trichogramma* por la necesidad de ovipositar rápidamente busca afanosamente el hospedero, lo parasita y sigue en búsqueda de nuevos hospederos, Amaya⁴⁷.

Cuando la densidad de la población del hospedero es escasa, pierde mucho tiempo en encontrarlo, porque su búsqueda es prácticamente al azar y lo detecta cuando está muy cerca de él. En las primeras 48 horas de vida *Trichogramma* coloca el 80 – 85% de sus huevos, logra parasitar el huésped presente desde los días anteriores hasta los colocados dos y tres días después de ser liberado, Amaya⁴⁸.

1.5.1 Proceso de Parasitación. Jones et al., Atkins y Nordlund, citado por Díaz, afirman que:

Este proceso es estimulado y orientado por la acción química de una “Kairomona” (cadenas de hidrocarburos), encontradas en las escamas de las hembras que dejan sobre los huevos, el cual es receptivo para las hembras de *Trichogramma spp* a través de mecanismos olfativos, y presentan las siguientes etapas:

- 1** Contacto: primer acercamiento del parasitoide con su hospedero (cinco segundos).
- 2** Examen: consiste en tambolirear con sus antenas el huevo hospedero para ser examinados.
- 3** Perforación del corión: introducción del ovipositor en el huevo hospedero.
- 4** Oviposición: expulsión de huevos del parasitoide dentro del hospedero.

⁴⁶ DIAZ, Op.cit., p. 56.

⁴⁷ AMAYA, Manuel. Estudios básicos tendientes a mejorar el uso de *Trichogramma spp* (*Himenoptera: Trichogrammatidae*) en el control integrado de plagas en Colombia. Op.cit., p.36.

⁴⁸ AMAYA, Manuel. *Trichogramma spp*. Op.cit., p.50.

5 Alimentación: la hembra se alimenta del exudado que sale de la abertura dejada por el ovipositor⁴⁹.

1.5.2 Síntomas de Parasitación. Según Díaz⁵⁰, los síntomas de parasitismo por *T. exiguum* sobre huevos de *D. indigenella* son evidentes a escasas horas de la oviposición, si se utiliza un estereoscopio. Después de una hora los huevos parasitados presentan puntos negros sobre la superficie del corión y 25 horas después se logra observar las larvas del parasitoide. Pasadas 48 horas los huevos toman una coloración amarilla oscura y las larvas se distinguen mejor. Al tercer día se aprecia claramente el ennegrecimiento del huevo parasitado; entre el quinto y el sexto día se detecta la formación de la pupa del parasitoide distinguiéndose fácilmente los ojos del insecto.

1.5.3 Eficacia de *Trichogramma sp.* En el Valle del Cauca el programa de control biológico de *Diatraea sp* es altamente eficiente y los niveles de daño no alcanzan a representar el 5% de las pérdidas económicas. CENICAÑA ha desarrollado trabajos de investigación para determinar las épocas de liberaciones de los parasitoides asociados a caña panelera. Para el caso de *Trichogramma* se ha establecido que las liberaciones deben realizarse entre los seis y ocho meses de edad de la caña cuando se presenta la mayor oviposición de *Diatraea spp* la dosis recomendada es de 50 pulgadas cuadradas por hectárea realizando una o dos liberaciones con intervalos de dos o tres meses.

“Para las moscas *Paratheresia claripalpis* y *Metagonistylum minense* (Diptero: Tachinidae) se recomienda realizar dos liberaciones, a los siete y diez meses de edad de la caña, utilizando una dosis de 20 parejas de insectos por hectárea”⁵¹.

⁴⁹ DIAZ, Op.cit., p.17.

⁵⁰ DIAZ, Op.cit.

⁵¹ CENTRO DE INVESTIGACIÓN DE LA CAÑA DE AZÚCAR DE COLOMBIA, CENICAÑA. Informe anual de labores. Cali : *s.n.*, 1986. p. 21.

2. DISEÑO METODOLÓGICO

El presente trabajo de investigación se desarrolló, en los municipios de Sandoná y de El Tambo del departamento de Nariño, en dos fincas productoras de caña panelera.

2.1 DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

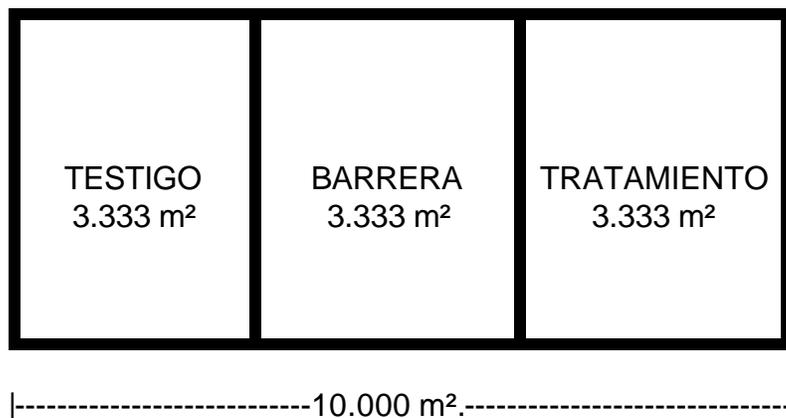
2.1.1 Ubicación geográfica. En el municipio de Sandoná, el estudio se realizó en la finca “El Anil”, ubicada a 1.400 m.s.n.m, con una temperatura de 16°C y se localiza a 8 kilómetros de la cabecera municipal en la vía de descenso al río Güaitara.

En el municipio de El Tambo la finca seleccionada fue “Santa Rosa”, que se encuentra a 1.430 m.s.n.m, con una temperatura de 18°C y esta ubicada a 25 kilómetros de la cabecera municipal.

La variedad de caña panelera sembrada por los agricultores en los dos municipios fue Canal Point CP 57 – 603, el área experimental seleccionada tenía cinco meses de edad en ambas localidades.

Se tomó una hectárea por cada municipio que se dividió en tres parcelas, la primera denominada parcela testigo, la segunda se convirtió en barrera para evitar la migración de *Trichogramma exiguum* liberado y una tercera denominada parcela tratamiento (Figura 2).

Figura 2. Plano de campo del efecto de las liberaciones de *Trichogramma exiguum* sobre las poblaciones de *Diatraea spp* en los municipios en estudio.



2.2 MUESTREO

Antes de iniciar el estudio se determinó el porcentaje de parasitismo natural existente en el área experimental por *Trichogramma sp* y otros parasitoides sobre huevos de *Diatraea spp*. Para ello se colectaron diez posturas de *Diatraea spp*, que se llevaron al laboratorio para determinar si existía presencia de *Trichogramma sp* y verificar la clase de especies presentes. Las muestras se enviaron a CORPOICA CI – Palmira y con la colaboración de la Ingeniera Agrónomo Ana Díaz, se clasificaron y cuantificaron según su especie.

Para determinar el porcentaje de infestación e intensidad de infestación, se recolectan para el muestreo 120 cañas al azar de las parcelas experimentales de cada municipio. Inicialmente se cortaron, luego se realizó el deshoje para hacerles sus respectivas evaluaciones.

Las larvas de *Diatraea spp* presentes en los 120 tallos muestreados, se colocaron en cajas plásticas que contenían en su interior rodajas de maíz en estado de choclo para su alimentación; posteriormente se enviaron al laboratorio de entomología de Corpoica CI- Palmira para su respectiva clasificación taxonómica.

2.3 VARIABLES A EVALUAR

2.3.1 Determinación del porcentaje de infestación de *Diatraea spp* en caña panelera. En 120 cañas se contabilizó el número de cañas afectadas por el ataque de *Diatraea sp*, reconociendo los síntomas por la presencia de orificios de entrada de este insecto.

Para determinar el porcentaje de infestación de *Diatraea*, se siguió la metodología descrita por Naranjo y Camacho⁵², ratificada por Gaviria⁵³, que se denota:

$$\% I = \frac{\text{No. C.A.}}{\text{No. C.E.}} \times 100$$

Donde: % I = Porcentaje de infestación
No. C.A. = Numero de cañas atacadas
No. C.E. = Número de cañas totales

⁵² NARANJO, Op.cit. p.97.

⁵³ GAVIRIA, J. D. Biología y ecología de la caña de azúcar *Diatraea sacharalis*; su control mediante crías y propagación artificial del parásito *Paratheresia claripalpis*. Guayaquil, Ecuador, 1967. 229 p. Trabajo de grado (Ingeniero Agrónomo). Universidad de Guayaquil. Facultad de Agronomía.

2.3.2 Determinación del porcentaje de intensidad de infestación de *Diatraea spp* en caña panelera. En 120 cañas que se utilizó para el porcentaje de infestación, se contabilizo el número de entrenudos totales, luego se hace un corte transversal donde se observó y cuantificó el número de entrenudos atacados por *Diatraea sp*.

Los resultados obtenidos se cuantificaron mediante la formula de Naranjo y Camacho⁵⁴, ratificada por Gaviria⁵⁵.

$$\%I.I. = \frac{\text{No. E.D.}}{\text{No. E.T.}} \times 100$$

Donde: %I.I. = Porcentaje de Intensidad de Infestación.
 No. E.D = Número entrenudos dañados
 No. E.T = Número de entrenudos totales

Los resultados se comparan con la escala de severidad de Intensidad de Infestación de Naranjo y Camacho que posee la siguiente estructura:

Cuadro 1. Escala de severidad de Naranjo y Camacho.

%I.I.	VALORACIÓN DEL DAÑO
0,0 – 5,5	BAJO
5,6 – 10,5	MODERADO
10,6 – 15,5	MEDIO
15,6 – 25,5	SEVERO
> 25, 6	MUY SEVERO

2.4 LIBERACIONES

El *Trichogramma exiguum* utilizado en este estudio tuvo como hospedante los huevos de la polilla *Sitotroga cerealella* (Lepidóptera: Gelechidae), porque reúne las condiciones propias para la obtención del parasitoide, que después de liberarse en el campo actúa con eficiencia contra la plaga, Amaya⁵⁶. Estos huevos

⁵⁴ NARANJO y CAMACHO. Op.cit., p.97.

⁵⁵ GAVIRIA, Op.cit. p 97.

⁵⁶ AMAYA, Manuel. *Trichogramma spp*. Op.cit., p. 59.

se encuentran pegados en una cartulina e introducidos en una bolsa de papel con aberturas en sus extremos y en el centro, para facilitar la salida.

Las liberaciones se ejecutaron en las parcelas experimentales de cada municipio, aplicando 25 pulgadas cuadradas de *Trichogramma exiguum*. Se realizaron tres liberaciones a los cinco, siete y nueve meses de sembrada la caña en campo.

Para liberar el parasitoide en el cultivo, se lo realizó en forma manual, depositando la pulgada cuadrada de *Trichogramma exiguum* entre la hoja y el tallo de la caña, a una altura de un metro, con un recorrido que garantizó la cobertura total del lote con la liberación de las 25 pulgadas cuadradas de huevos parasitados. La distancia entre pulgadas liberadas fue de cuarenta pasos del operario, aproximadamente.

2.4.1 Determinación del porcentaje de parasitismo. Antes de iniciar las liberaciones se determinó el porcentaje de parasitismo natural de *Trichogramma exiguum* sobre huevos de *Diatraea spp* para esto se colectaron 10 posturas de huevos en los lotes experimentales de los municipios referidos.

Para recolectar estos huevos, se cortó la hoja donde se encontraban las oviposiciones, se introdujeron con parte de ella en una caja plástica que contiene en su interior un papel filtro húmedo, con el fin de evitar su deshidratación. Posteriormente se realizó su rotulación para trasladarlas al laboratorio de Corpoica CI – Obonuco.

Por intermedio del estereoscopio se realizó el análisis de las oviposiciones recolectadas y se cuantificaron los siguientes datos:

- Número de huevos parasitados, reconocidos por el ennegrecimiento del corión.
- Número de huevos eclosionados, los que se identificaron por presentar el coirón transparente.
- Número de huevos fértiles no eclosionados, los que tienen el corión amarillo crema.
- Número de huevos infértiles, en los que se observó un color amarillo con puntos negros.

Para establecer el porcentaje de parasitismo por *Trichogramma exiguum* se empleó la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Parasitismo} = \frac{\text{Número de huevos parasitados}}{\text{Total de huevos (no incluir huevos infértiles)}} \times 100$$

Ocho días después, de realizadas las liberaciones de *Trichogramma exiguum*, se recolectaron 10 masas de huevos de *Diatraea* spp en las parcelas experimentales de los municipios, para determinar el porcentaje de parasitismo inducido por las liberaciones. La manipulación y análisis de éstas, se las realizó de igual manera, como se hizo con las muestras de los huevos de parasitismo natural.

2.4.2 Control de calidad de *Trichogramma exiguum* a liberar. Para realizar la cuantificación del número total de huevos del hospedero, se hizo a través de una cartulina demarcada en una pulgada cuadrada dividida en 16 partes, tres de las cuales se perforan. El conteo de los huevos presentes se hizo, con la ayuda del estereoscopio en una de las perforaciones al azar por cada pulgada cuadrada y se realizaron diez lecturas por cada tratamiento. Cada conteo se multiplica por 16 para obtener el dato por cada pulgada cuadrada.

Se dejó eclosionar los huevos parasitados existentes en una pulgada cuadrada y después de 48 horas de iniciarse la emergencia se pudo determinar el porcentaje de adultos emergidos.

Con la cantidad de adultos obtenidos en la pulgada cuadrada de huevos emergidos, se observaron 50 individuos de *Trichogramma exiguum* tomados al azar y se cuantificó la relación macho a hembra, por medio de características físicas como: el macho presenta antenas con flagelo relativamente largo, y mesoecutelo con mancha grande café en el centro mientras que las hembras poseen antenas sin pelos en los flagelos, torax con pronoto manchado de café a los lados y ovipositor tan largo como la tibia posterior.

2.5 DETERMINACIÓN DEL ATAQUE DE *Diatraea* spp CON RELACIÓN A LA PRODUCCIÓN

En el momento de la cosecha tanto en la parcela testigo como tratamiento se delimitó un área de 300 metros cuadrados para realizarles el siguiente análisis:

2.5.1 Grados brix en pie. Para realizar la medición de los grados brix en pie se tomaron 10 cañas al azar en campo, se introdujo dentro de la caña un sacabocado para extraer una gota de jugo, para luego analizarla en el refractómetro.

Se realizaron dos lecturas. La primera se hizo muestreando el cuarto entrenudo contado de abajo hacia arriba y la segunda en el séptimo entrenudo contado de arriba hacia abajo; estos entrenudos son seleccionados por poseer la mayor cantidad de sacarosa en una caña. El resultado de la suma de las lecturas se divide entre dos para obtener el promedio de sacarosa.

2.5.2 Peso total de la caña. La caña cortada en el área experimental (300 metros cuadrados) se transportó hasta el trapiche y con una balanza, se obtuvo el peso total del área.

2.5.3 Grados brix en jugo. Se realizó la “molienda” que es la extracción de jugos por la comprensión de la caña por intermedio de rodillos, para obtener el jugo crudo y el bagazo. Se analiza una gota de este jugo en el refractómetro y se hizo la lectura correspondiente.

2.5.4 Volumen de jugo en litros. Para calcular la cantidad de guarapo, jugo crudo de la caña; se tuvo en cuenta la capacidad de la botija que es el recipiente que contiene el volumen necesario del guarapo que justifica poner en funcionamiento el trapiche. La capacidad de una botija varía de acuerdo al trapiche. En el municipio de Sandoná 1.523 litros y 1.251 litros en el municipio de El Tambo.

2.5.5 pH en jugo. Al guarapo, producto de la molienda, se le practicó el análisis de pH con el potenciómetro.

2.5.6 Producción de panela. Obtenidos los datos anteriores, se continuó con el proceso de producción de panela, se hizo la limpieza del “guarapo”, retirando las impurezas gruesas. Se dejó caer el jugo en las pailas de cocción y evaporación para transformarlo en una sustancia coloidal. Se retira del fuego a una paila de enfriamiento y mediante el batido manual se aclara su apariencia. Por último se realizó el moldeo de la panela por medio de gaveras, es decir, los moldes que dan la forma de la panela, se deja enfriar para su empaque y almacenamiento. Se contabilizó la panela producto de este proceso.

2.5.7 Grados Brix en panela. Al laboratorio de CORPOICA – C.I. Obonuco se llevó dos kilogramos de panela (dos cuadros), de las moliendas realizadas en los dos municipios.

Se disolvió 50 gramos de panela raspada en 250 centímetros cúbicos de agua destilada y se realizó la lectura con el refractómetro.

2.6 ANÁLISIS ESTADÍSTICO.

Para establecer un estudio comparativo entre las parcelas testigo y las parcelas tratamiento, se procedió a realizar un análisis de varianza tanto para el porcentaje de Infestación e Intensidad de infestación.

Los promedios obtenidos fueron comparados con la prueba estadística T de Student para observar si las diferencias son significativas.

Con los porcentajes de parasitismo y datos de cosecha se realizó un análisis descriptivo para obtener diferencias para la parcela testigo como tratamiento.

2.6.1 Análisis económico. Se practicaron dos análisis económicos. El primero con los costos fijos desde el establecimiento del cultivo hasta el procesamiento de la panela en forma tradicional y el segundo se adicionó el valor de la adquisición

del parasitoide y de su aplicación en la parcela y así se obtuvo la rentabilidad y la utilidad utilizando las siguientes fórmulas:

UTILIDAD = Ingreso Total – Costo Total

Utilidad

RENTABILIDAD = $\frac{\text{Utilidad}}{\text{Costo Total}}$ x 100

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE PARASITISMO NATURAL EN *Diatraea spp*

3.1.1 Porcentaje de parasitismo natural. El diagnóstico del estudio en el municipio de Sandoná de la evaluación de la población del parasitoide en los terrenos a tratarse, arrojó como resultado el 21.39% parasitismo de *Diatraea spp* por *Trichogramma exiguum* (Anexo A).

En el municipio de El Tambo el parasitismo natural fue del 17.28%, cifra inferior en 2.8% a los datos registrados en el municipio de Sandoná (Anexo B).

Como se observa en los resultados obtenidos de parasitismo natural en los dos municipios hay presencia de *Trichogramma exiguum* y reafirma lo expuesto por Nordlund, quien señala que “se han encontrado especies del genero *Trichogramma* en una diversidad de ecosistemas”⁵⁷ y ParK, quien afirma que: “la temperatura, la humedad relativa y la luz son los principales factores que determinan la preferencia de las diferentes especies de *Trichogramma* hacia un tipo especial de ecosistema por lo tanto los dos municipios en estudio presentaron estas condiciones para que el parasitoide comience su proceso de establecimiento”⁵⁸

3.2 DETERMINACIÓN INICIAL DE LOS PORCENTAJES DE INFESTACIÓN E INTENSIDAD DE INFESTACIÓN DE *Diatraea spp* EN CAÑA PANELERA

3.2.1 Determinación inicial del porcentaje de infestación de *Diatraea spp* en caña panelera. Al comparar los valores presentados en el anexo C, se observa que las 120 cañas recolectadas para la evaluación inicial en la parcela tratamiento en el municipio de Sandoná, 80 cañas presentaban daños del barrenador, para un total del 66.66% de infestación inicial de *Diatraea sp*. En tanto, la parcela testigo del mismo municipio registró 73 cañas atacadas, para el 60.83% de infestación inicial de *Diatraea sp*.

En el municipio de El Tambo los tallos que resultaron afectados por la presencia del barrenador en la parcela tratamiento fueron 93 (Anexo C), correspondiente al 77.50% de infestación inicial de *Diatraea sp* en tanto, la parcela testigo presentó

⁵⁷ NORDLUND, D.A., CHALFANT, R.B. response of *Trichogramma pretiosum* females to extracts of two plants attacked by *Heliothis zea*. Agriculture ecosystems and environment 12:127- 133. 1994.

⁵⁸ PARK, G.A. selection of *Trichogramma* for inundative biological control. Wageningen, Omslan, P.J. Kostense, 1998. 224 p.

84 cañas afectadas por la plaga, resultando el 70% de infestación inicial de *Diatraea sp* (Tabla 1).

Estos dos municipios presentaron las condiciones óptimas para el establecimiento de la plaga, porque según Gaviria⁵⁹ manifiesta, es un hecho evidente e indiscutible, que los insectos desarrollan poblaciones numerosas, cuando encuentran a su disposición plantas que de una u otra forma favorezcan la supervivencia, brindándoles adecuado desarrollo y protección.

Tabla 1. Determinación inicial del porcentaje de infestación de *Diatraea spp* en caña panelera, en los municipios de Sandoná y de El Tambo.

Municipio	Parcela	Evaluación	Porcentaje de Infestación
Sandoná	Tratamiento	Inicial	66,66%
	Testigo	Inicial	60.83%
El Tambo	Tratamiento	Inicial	77.50%
	Testigo	Inicial	70.00%

3.2.2 Determinación inicial del porcentaje de intensidad de infestación de *Diatraea spp* en caña panelera. Para obtener el porcentaje de Intensidad de infestación inicial en el municipio de Sandoná se evaluaron 4.618 entrenudos de caña panelera, de los cuales 2.427 pertenecen a la parcela tratamiento con 302 entrenudos afectados por la plaga correspondiente al 12,30% de intensidad de infestación de *Diatraea sp*. En la parcela testigo el total de entrenudos evaluados fue de 2.191 de los cuales se encontró 310 afectados por *Diatraea sp*, significados en el 13.93% de intensidad de infestación (Tabla 2).

En la parcela tratamiento de el Municipio de El Tambo, se evaluó un total de 1.938 entrenudos, de los cuales, 200 estaban con presencia del daño del barrenador, representados en el 10,57% de intensidad de infestación. En la parcela testigo se evaluaron 2.003 entrenudos y 241 presentaban síntomas de daño. Porcentaje de intensidad de infestación del 11,11% (Anexo D).

⁵⁹ GAVIRIA, M. G. Importancia del control Biológico del gusano barrenador de la caña de azúcar (*Diatraea saccharalis*) en el ingenio Rio Paila. Industrialización de la caña. Valle del Cauca : ICA, 1981. p. 204.

Tabla 2. Determinación inicial del porcentaje de intensidad de infestación de *Diatraea spp* en caña panelera, en los municipios de Sandoná y de El Tambo.

Municipio	Evaluación	Parcela	Porcentaje de Intensidad de Infestación
Sandoná	Inicial	Tratamiento	12,30%
		Testigo	13,92%
Tambo	Inicial	Tratamiento	10,57%
		Testigo	11,11%

Los porcentajes iniciales de intensidad de infestación, según la escala de Naranjo y Camacho, están catalogados como medios por estar dentro del rango del 10,6% y 15,5%.

3.3 IDENTIFICACIÓN DE *Diatraea spp.* PRESENTE EN LOS MUNICIPIOS DE SANDONÁ Y EL TAMBO.

De las 60 larvas analizadas en el laboratorio, 48 pertenecían a la especie *Diatraea indigenella*, y 12 larvas a la especie *Diatraea saccharalis*, que representan el 80% y 20% de la población total (Tabla 3). Esta información corrobora el estudio realizado por Córdoba y España⁶⁰ quienes registraron que en el departamento de Nariño *Diatraea saccharalis* esta presente en los municipios de Ancuya, Linares, Sandoná, Consacá, Ricaurte y Mallama y en estos dos últimos se reportó la presencia de *Diatraea indigenella*.

Tabla 3. Determinación de la especie de *Diatraea spp* en los municipios de Sandoná y El Tambo.

Municipio	Total adultos	de <i>Diatraea saccharalis</i>	Frecuencia	<i>Diatraea indigenella</i>	Frecuencia
Sandoná	30	7	23,33	23	76,66
El Tambo	30	5	16,66	25	83,33
X			19,99		79,99

Cenicaña⁶¹, en estudios realizados en tres regiones del Valle del Cauca: zona norte (Ingenio Río Paila), zona centro (Ingenio providencia) y zona sur (Ingenio

⁶⁰ CORDOBA y ESPAÑA. Op.cit., p. 69.

⁶¹ CENTRO DE INVESTIGACIÓN DE LA CAÑA DE AZÚCAR DE COLOMBIA, CENICAÑA. Informe anual de labores. Cali : s.n., 1984. Informe anual de labores. p.23.

Mayagüez) determinó la presencia y distribución de dos especies *Diatraea saccharalis* y *Diatraea indigenella*.

Se observó que en el área de estudio el mayor porcentaje lo obtuvo *Diatraea indigenella* (Figura 3), que coincide con lo afirmado por Gómez y Lastra (1995) al señalar que el área de distribución de *Diatraea indigenella* está desplazando a *Diatraea saccharalis*.

Figura 3. Vista superior de adulto de *Diatraea indigenella*.



Fotografía: José Ricardo Alzate, Corpoica C.I Palmira, (2003).

Con la ayuda de un estereoscopio, se observó las siguientes características externas, para hacer la diferencia de las especies de *Diatraea spp*.

Cuadro 2. Diferencia de las especies de *Diatraea spp*

ESTADO	<i>Diatraea saccharalis</i>	<i>Diatraea indigenilla</i>
Huevo	<ul style="list-style-type: none"> - Menor tamaño. - Mayor numero por masa. - Color naranja 	<ul style="list-style-type: none"> - Mayor tamaño, - Menor numero por masa - Color rojizo
Larva	<ul style="list-style-type: none"> - Menor tamaño. - Franjas de color variable. - Placas oscuras bien definidas en la base de la setas 	<ul style="list-style-type: none"> - Mayor tamaño - Franja de color oscuro (Café) en el dorso.
Crisálida	<ul style="list-style-type: none"> - Corrugaciones bien definidas desde el sexto segmento abdominal por la parte dorsal. - Cuernos puntiagudos 	<ul style="list-style-type: none"> - Corrugaciones en todo el dorso. - Cuernos redondos

Adulto	<ul style="list-style-type: none"> - Mayor tamaño - Disposición cóncava de alas en reposo - Frente redonda - Genitalia de menor tamaño 	<ul style="list-style-type: none"> - Menor tamaño - Disposición convexa - Frente cónica - Genitalia mayor tamaño
--------	--	--

3.4 EVALUACIÓN DE HUEVOS DE *Diatraea* spp. EN CAÑA PANELERA.

3.4.1 PRIMERA EVALUACIÓN DE HUEVOS DE *Diatraea* spp. Ocho días después de las liberaciones, como se describe en la metodología, se colectaron 10 posturas de huevos en los lotes experimentales de cada municipio. Al evaluar y obtener el promedio correspondiente, como se puede observar en el Anexo E, de los 206 huevos de *Diatraea* sp que se encontraron en la parcela tratamiento, en el municipio de Sandoná, 63 de ellos estaban parasitados por *Trichogramma exiguum*, que alcanzó el 31,03% de parasitismo de *Diatraea* sp por *Trichogramma exiguum*. En la parcela testigo, el número total de huevos de *Diatraea* sp fue de 172 con 34 huevos que presentaban signos de parasitación por *Trichogramma exiguum* correspondiente al 21,17% de parasitismo en la parcela testigo; teniendo en cuenta las condiciones climáticas que en el momento se presentaban, no permitía que el número de individuos alcancen cantidades más amplias.

La evaluación en el municipio de El Tambo, reportó 194 huevos de *Diatraea* sp recolectados en la parcela tratamiento, 48 parasitados por *Trichogramma exiguum*, para el 25,79% y de los 175 huevos recolectados en la parcela testigo del mismo municipio, 32 de ellos presentaban rasgos de estar parasitados por la micro avispa, con un porcentaje de parasitación de 18,48% (Anexo E).

Al igual que en el anterior municipio, El Tambo se encontraba en época de invierno, por lo cual el crecimiento de la población de la plaga no fue muy notoria.

3.4.2 SEGUNDA EVALUACIÓN DE HUEVOS DE *Diatraea* spp. Para la segunda colección de oviposiciones de *Diatraea* en el municipio de Sandoná, de los 174 huevos colectados en la parcela tratamiento, 59 de ellos estaban parasitados por el *Trichogramma* sp, que corresponden al 34,80%; en cambio, en la parcela testigo de los 184 huevos recolectados, solo 36 de ellos, presentaron ennegrecimiento del corión, o sea el 21,95% de parasitismo (Anexo E).

En el municipio de El Tambo, en la parcela tratamiento se analizó 178 huevos y se encontraron 56 parasitados. Representados por el 31,89 %. En la parcela testigo de 175 huevos, 32 parasitados, para el 18,67% (Anexo E).

3.4.3 TERCERA EVALUACIÓN DE HUEVOS DE *Diatraea* spp. Al hacer la evaluación final de parasitismo en la parcela tratamiento del municipio de Sandoná, se encontró que de los 184 huevos analizados, 65 estaban parasitados,

que representa un 39,24%. En la parcela testigo se encontró un porcentaje de parasitismo de 23,28% (Anexo E).

En la parcela tratamiento del municipio de El Tambo, el resultado de la evaluación final es del 32,93% de parasitismo, representados en 56 huevos parasitados de los 172 analizados. La parcela testigo, señaló el 19,47% de parasitismo, con base en los 174 huevos analizados, de los cuales 34 presentaban el síntoma (Anexo E).

En la Tabla 4 se registra de manera detallada las observaciones y evaluaciones de todos los porcentajes de parasitismo obtenidos en los dos municipios en estudio, a lo largo de las tres liberaciones realizadas y se hace énfasis en la diferenciación de las dos parcelas para identificar el cambio efectuado por el efecto de las liberaciones.

La Figura 7, muestra las diferencias respecto al aumento del porcentaje de parasitismo, después de las liberaciones de *Trichogramma exiguum* en el municipio de Sandoná. En la parcela testigo el porcentaje de parasitismo mantuvo un rango constante que osciló entre el 21,17% al 23,28%, entre tanto, que en la parcela tratamiento el aumento del parasitismo fue notorio, puesto que inició con el 31,03% y alcanzó el 39,24%; resultado de la tercera liberación.

Este aumento se atribuye al efecto ejercido por el *Trichogramma exiguum* sobre las poblaciones de *Diatraea spp* ; dicho efecto se observó a lo largo de los seis meses evaluados.

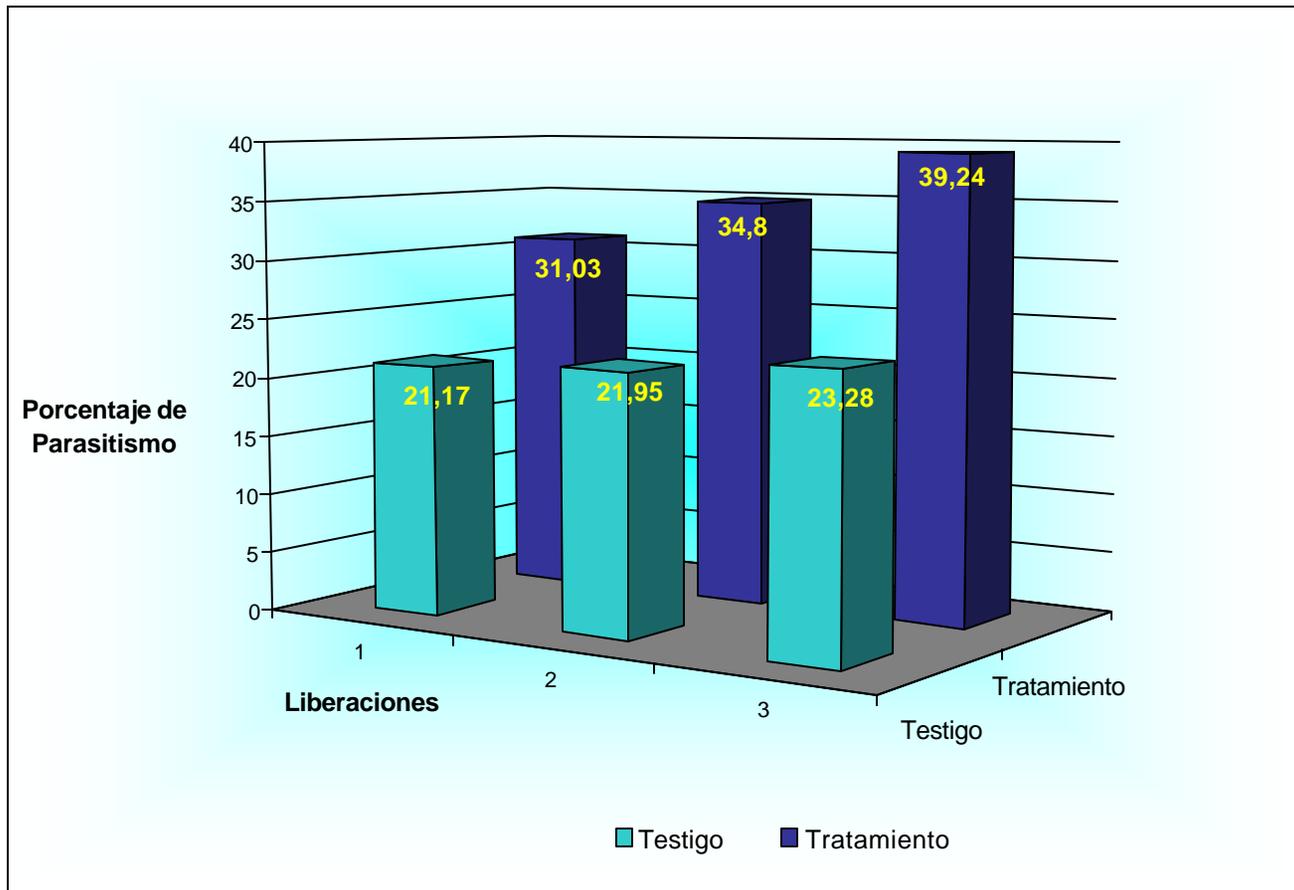
Tabla 4. Determinación del porcentaje de parasitismo de huevos de *Diatraea spp* en los municipios de Sandoná y el Tambo.

MUNICIPIO	PARCELA	EVALUACIÓN	PORCENTAJE DE PARASITISMO
Sandoná	Tratamiento	Primera	31.03%
		Segunda	34.80%
		Tercera	39.24%
	Testigo	Primera	21.17%
		Segunda	21.95%
		Tercera	23.28%
El Tambo	Tratamiento	Primera	25.79%
		Segunda	31.89%
		Tercera	32.93%
	Testigo	Primera	18.48%
		Segunda	18.67%
		Tercera	19.47%

En trabajos realizados por Gómez y Lastra⁶², se encontró un alto parasitismo de *T. exiguum* sobre huevos de *D. indigenella* y una escasa preferencia por *D. saccharalis*, resultados que dieron base para recomendar estas liberaciones en el control de barrenador más importante en cultivos de caña.

⁶² GÓMEZ y LASTRA. Op.cit. p. 65.

Figura 4. Determinación del porcentaje de parasitismo de *Diatraea spp* por *Trichogramma exiguum* en caña panelera (*Saccharum officinarum*) en el municipio de Sandoná.



El registro que se obtuvo en el municipio de El Tambo, en la parcela testigo fue del 18,48% de parasitismo en la primera liberación; el 18,67% para la segunda y el 19,47% para la tercera liberación del parasitoide (Figura 8).

En la parcela tratamiento, se encontró el 25,79% de parasitismo en la primera liberación, el 31,89% en la segunda y el 32,93% en la tercera. La diferencia lograda es del 7,14%.

3.5 DETERMINACIÓN FINAL DE LOS PORCENTAJES DE INFESTACIÓN E INTENSIDAD DE INFESTACIÓN DE *Diatraea spp* EN CAÑA PANELERA

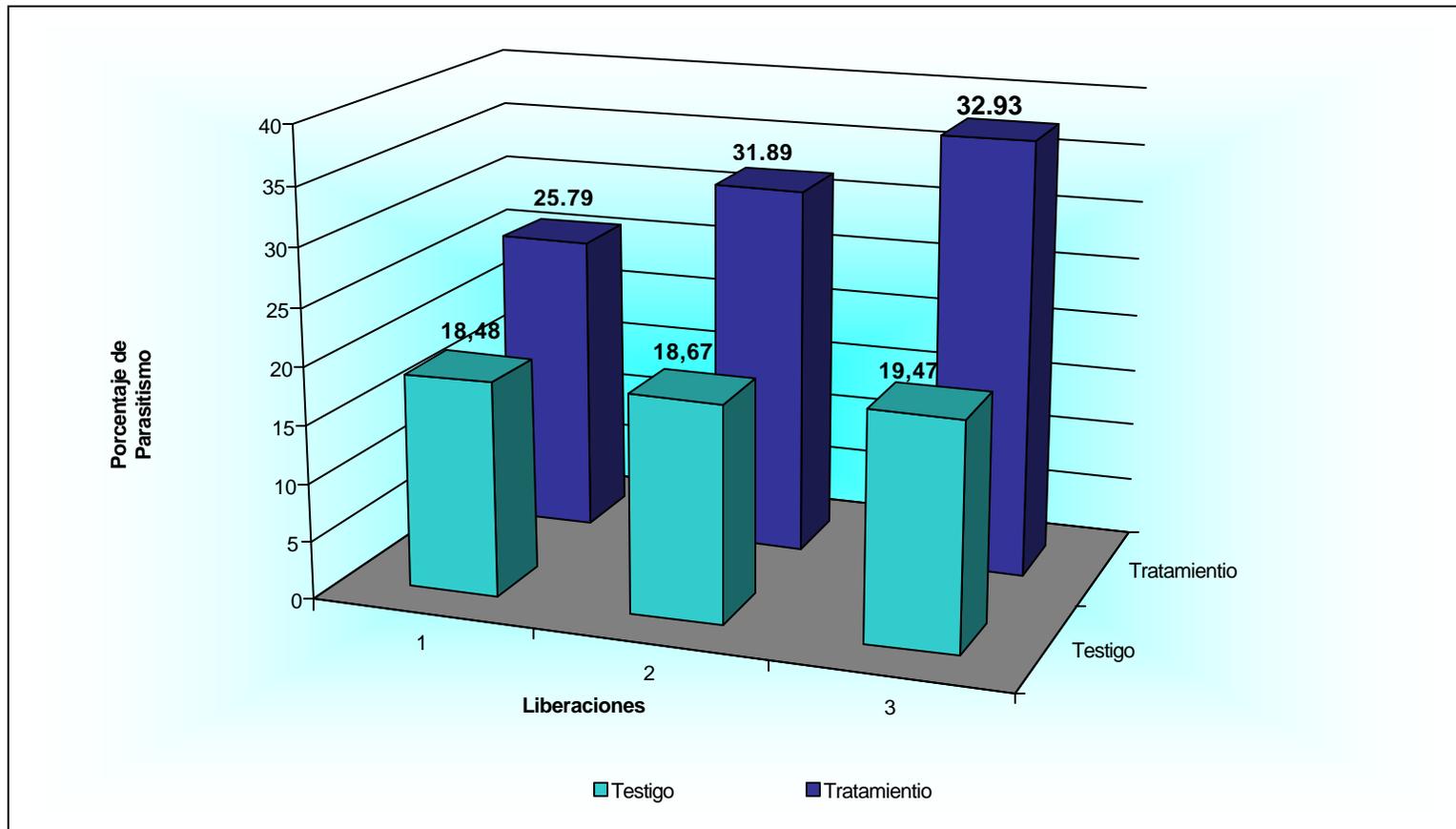
3.5.1. Porcentaje final de infestación de *Diatraea spp* en caña panelera. Para realizar este estudio en las parcelas del municipio de Sandoná, se recogieron 120 tallos (Anexo C). En la parcela tratamiento, se encontraron 65 cañas afectadas el 54,16% y en la parcela testigo fueron 75 cañas barrenadas el 62,5% de infestación. Por tanto, al hacer las liberaciones de las avispas se reduce la presencia de la plaga en el 8,34%.

En el Tambo se estudiaron 120 tallos (Anexo C), con 69 tallos enfermos en la parcela tratamiento el 57,50% de infestación y en la parcela testigo se encontraron 82 tallos perforados, significando el 68,33%; para una diferencia del 10,83% entre parcelas (Tabla 5).

Tabla 5. Determinación final del porcentaje de Infestación de *Diatraea spp* en caña panelera, en los municipios de Sandoná y El Tambo.

Municipio	Parcela	Evaluación	Porcentaje de Infestación
Sandoná	Tratamiento	Final	54.16%
	Testigo	Final	62.5%
El Tambo	Tratamiento	Final	57.50%
	Testigo	Final	68.33%

Figura 5. Determinación del porcentaje de parasitismo de *Diatraea spp* por *Trichogramma exiguum* en caña panelera (*Saccharum officinarum*) en el municipio de El Tambo.



Al analizar los porcentajes de infestación iniciales y finales (Anexo C), de las parcelas tratamiento en las dos localidades, la reducción es significativa porque el daño ya estaba hecho, con la liberación del parasitoide se controló los futuros ataques por que según Bastidas y Velásquez, “el porcentaje de infestación aumenta con la edad de la caña y el cultivo permite la presencia permanente de la plaga”⁶³. Además, Según Sacaramuza, citado por Bastidas y Velásquez, “la infestación está relacionada con el tipo de suelo, humedad, precipitación o irrigación, edad de la caña, época de siembra y número de socas”⁶⁴. Afirman que la infestación aumenta cuando se retarda la cosecha o se queman los campos de caña, esta última práctica reduce notablemente la población de parásitos benéficos, sin afectar la plaga.

3.5.2 Porcentajes finales de intensidad de infestación de *Diatraea spp* en caña panelera. Para obtener los resultados en la parcela tratamiento del municipio de Sandoná, se evaluaron 2.727 entrenudos (Anexo D), de los cuales 298 se encontraban con galerías de la plaga en su interior, esto representa el 11,27% de intensidad de infestación.

En la parcela testigo, dicho porcentaje alcanza el 16,14 %, reflejados en los 403 entrenudos con formación de galerías, de los 2.513 evaluados en las 120 cañas seleccionadas.

En la parcela tratamiento, del municipio de El Tambo se evaluó un total de 2.350 entrenudos (Anexo D), de los cuales 215 estaban afectados por el ataque de *Diatraea spp* para un índice de intensidad de infestación del 8,42%. Y para la parcela testigo el 13,96 % representan los 315 entrenudos con presencia del daño, de los 2.301 analizados (Tabla 6).

Tabla 6. Determinación final del porcentaje de Intensidad de Infestación de *Diatraea spp* en caña panelera, en los municipios de Sandoná y El Tambo.

MUNICIPIO	Parcela	Evaluación	Porcentaje de Intensidad de Infestación
Sandoná	Final	Tratamiento	11,27%
		Testigo	16,14%
Tambo	Final	Tratamiento	8,42%
		Testigo	13,96%

⁶³ BASTIDAS, Op.cit., p.54.

⁶⁴ Ibid., p.54

Los porcentajes finales de intensidad de infestación en su gran mayoría, son medios, a excepción de la parcela testigo del municipio de Sandoná que es catalogado como severo, porque según la escala de severidad de Naranjo y Camacho está dentro del rango entre el 15,6% al 25,5% de porcentaje de intensidad de infestación.

Los resultados del análisis de varianza (Anexo F), que se encontró al comparar el porcentaje inicial y final de Intensidad de Infestación en la parcela testigo del municipio de Sandoná, no mostró diferencias significativas, pero, en la parcela tratamiento, si la hubo, debido a que en esta parcela se practicó las liberaciones del parasitoide de huevos *Trichogramma exiguum*, notándose los resultados al reducir el ataque de la plaga (Anexo G).

En la parcela testigo del municipio de El Tambo, al realizar el análisis de varianza (Anexo H), antes y después de las liberaciones, no se encontró porcentajes significativos, mientras que en la parcela tratamiento, existe una diferencia significativa de intensidad de infestación, que conlleva a un coeficiente de variación del 15,96% (Anexo I).

Cabe resaltar que en las parcelas tratamiento de los dos municipios en estudio, al comparar los porcentajes iniciales y finales de intensidad de infestación, se encontró diferencias que se ven reflejadas al reducir este porcentaje, debido al efecto ejercido por las liberaciones del parasitoide; mientras que en las parcelas testigo, el daño es continuo y se relaciona con lo expuesto por Bastidas y Velásquez quienes afirman que: “a medida que va aumentando la edad de la caña, existe una mayor predisposición para ser afectada, por el aumento de sacarosa, haciéndolas mas apetecibles a *Diatraea spp*”⁶⁵.

Además, los porcentajes de intensidad de infestación obtenidos en los municipios de Sandoná y el Tambo superan el 10% que según Gaviria, “es el límite máximo permisible y por encima de este nivel se debe hacer manejo de la plaga”⁶⁶. Melo y Rodríguez, citan a Ferrin que dice “Por cada grado de intensidad de infestación se pierde de 0,7 al 1% de sacarosa extraíble que se verá reflejado en las bajas de producción”⁶⁷.

⁶⁵ BASTIDAS, Op.cit., p. 71

⁶⁶ GAVIRIA, M. Control biológico del barrenador de la caña de azúcar *Diatraea saccharalis* en el ingenio Río Paila. La Paila, Valle. En: Segundo congreso de la Sociedad Colombiana de Entomología. (1974 : Cali). 1974. 90 p.

⁶⁷ MELO, Lida y RODRÍGUEZ, Francisco. Reconocimiento, Identificación y Evaluación del daño de *Diatraea spp*. En dos zonas productoras de caña panelera en el municipio de Samaniego departamento de Nariño. Pasto, Colombia, 1999. 130 p. Trabajo de grado (Ingeniero Agrónomo). Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas.

3.6 CONTROL DE CALIDAD DEL *Trichogramma exiguum*.

Para determinar y garantizar la efectividad del parasitoide, se realizó un control previo de calidad al *Trichogramma exiguum* producido por COPOANAR, cuyo fin fue asegurar un buen porcentaje de parasitismo. En la primera evaluación se obtuvo 2.560 huevos parasitados, el 86,5% de los 2.960 analizados. En el segundo control de los 2.592 huevos, 2.272 estaban parasitados, el 87,65% y en la tercera se logran 2.432, el 83,97% de los 2.986 huevos en estudio. La relación macho a hembra para las tres evaluaciones fue 1:1 (Anexo O).

Esto significa que el *Trichogramma exiguum* obtenido en el laboratorio de Sandoná es de buena calidad; según lo establecido por el. C. A. mediante la resolución No. 20 de 1990, CENICAÑA⁶⁸, que dice: “Cada pulgada cuadrada debe contener un mínimo de 2.400 huevos parasitados, emergencia superior al 80%, relación de sexo 1:1 (mínimo de una hembra o más por cada macho) y un porcentaje menor del 20% de individuos atípicos”.

3.7 DETERMINACIÓN DEL ATAQUE DE *Diatraea spp* CON RELACIÓN A LA PRODUCCIÓN

Una vez delimitada el área de 300 metros cuadrados dentro de las parcelas en estudio, como se describe en la metodología, se procedió a conocer la influencia que tiene el ataque de *Diatraea spp* con relación a la producción y se analizaron las siguientes variables:

3.7.1 Peso total de la caña. En el municipio de Sandoná, se pesó la caña procedente del área de los 300 metros cuadrados que pertenecía a la parcela testigo la cual arrojó un peso de 4.492 Kg, equivalentes a 149,7 toneladas de caña fresca por hectárea y en la parcela tratamiento se obtuvo un resultado de 4.720 Kg. equivalente a 157,33 toneladas de caña fresca por hectárea (Figura 9).

Al comparar el peso de la caña panelera de las parcelas testigo y tratamiento de esta región, se observó que al aplicar las liberaciones de *Trichogramma exiguum* se aumenta en el 7,6 toneladas de caña fresca por hectárea.

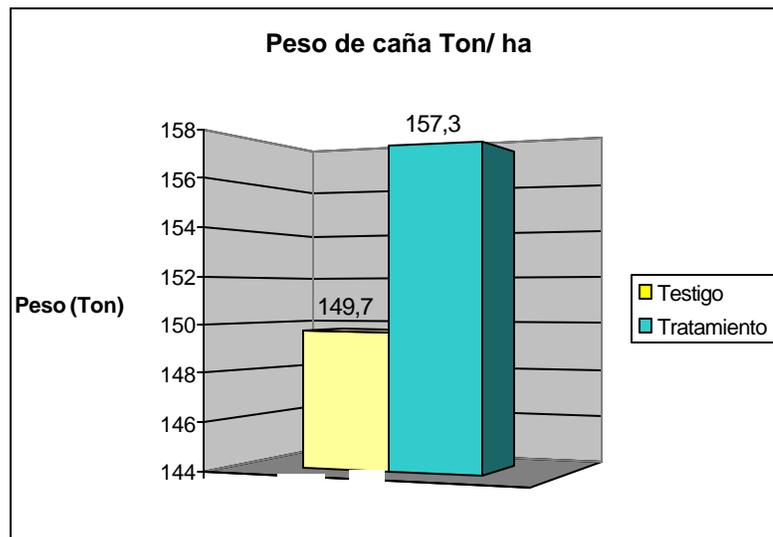
En Sandoná el peso de la caña concuerda con los valores de producción de la variedad Canal Point, citado por Azain, Narváez y Silva⁶⁹, donde se registra que

⁶⁸ CENTRO DE INVESTIGACIÓN DE LA CAÑA DE AZÚCAR DE COLOMBIA, CENICAÑA. Informe anual de labores. Cali : *s.n.*, 1986. p.66.

⁶⁹ AZAIN, Amanda, NARVÁEZ, Hugo y SILVA, German. Propuesta de un modelo de transferencia para la zona panelera de occidente del departamento de Nariño. Pasto, Nariño, 2001 189p. Informe final de pasantía. Universidad de Nariño. Facultad de Ingeniería Agroindustrial. P. 58.

esta variedad tiene un peso promedio de 140 a 160 toneladas de caña fresca por hectárea.

Figura 6. Peso total de la caña fresca en toneladas por hectárea en el municipio de Sandoná.



En el municipio de El Tambo, la caña de la parcela testigo, área de 300 metros cuadrados, pesó 2.689 Kg., esta parcela representa 71,7 toneladas de caña fresca por hectárea y en la parcela tratamiento los 2.834 Kg., equivalen a 75,6 toneladas de caña fresca por hectárea. Esto significa que el incremento en el peso es de 3,9 toneladas de caña fresca por hectárea, practicando el control biológico (Figura 10).

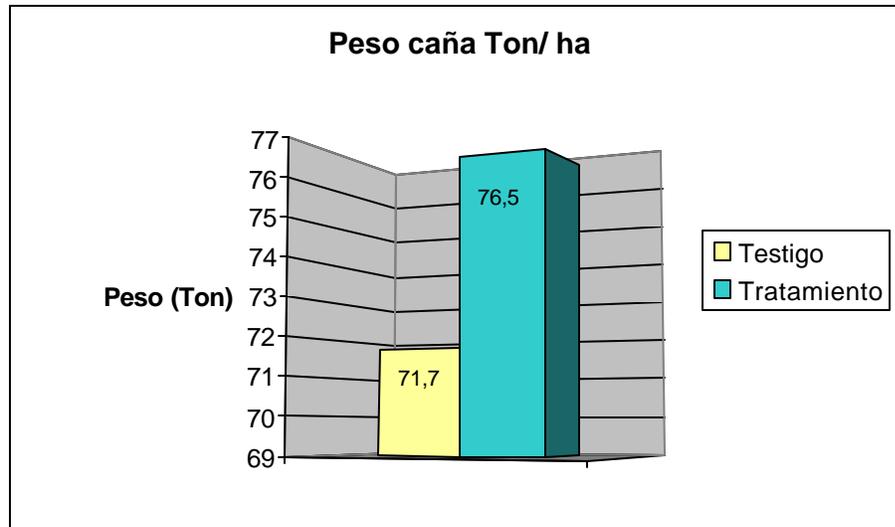
El municipio del Tambo esta por debajo del promedio registrado en la variedad Canal Point cuyo valor es 140 a 160 toneladas de caña fresca por hectárea según Azain, Narváez y Silva⁷⁰.

Corpoica⁷¹, afirma que: “el rango nacional en el tonelaje de cañas por hectárea varía entre 53 hasta 177 toneladas por hectárea; lo cual conlleva a afirmar que los pesos obtenidos en los dos municipios se encuentran dentro del rango nacional”.

⁷⁰ Ibid., p.58.

⁷¹ CORPORACIÓN COLOMBIANA DE INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA, Op.cit.

Figura 7. Peso total de la caña fresca en toneladas por hectárea en el municipio del Tambo.



3.7.2 Grados brix en pie. En el municipio de Sandoná, el porcentaje de azúcar para la parcela testigo fue del 19.2% y para la parcela tratamiento del 20% (Anexo K).

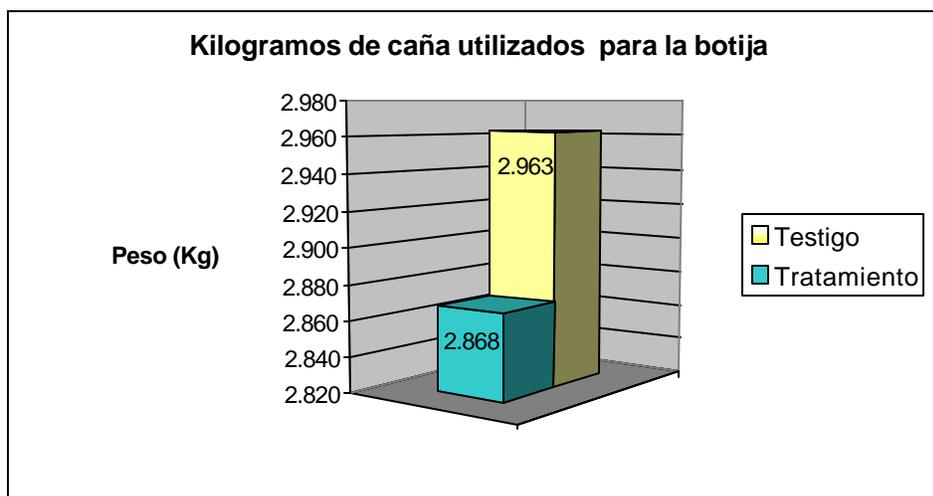
En el municipio de El Tambo, las lecturas resultantes para la parcela testigo es del 18% de azúcar y para la parcela tratamiento es del 21.1%. Estos valores demuestran que las cañas de las parcelas experimentales estaban en madurez de cosecha al ser comparado con lo afirmado por El Centro de Investigación para el Mejoramiento de la Agroindustria de la Panela⁷², quien establece que las tablas de brix en campo se discriminan así: “menores del 17.2 de azúcar son las cañas verdes que continúan su proceso de desarrollo; si el valor es de 20.6, son cañas maduras en estado óptimo de corte y, si supera el 24.0 las cañas están sobre maduras con baja concentración de azúcar en el guarapo obtenido”.

3.7.3 Kilogramos de caña para obtener una botija. Para llenar la capacidad de la botija y así garantizar el funcionamiento del trapiche, en la parcela testigo del municipio de Sandoná, fue necesario moler 2.963 kilogramos de caña panelera; En tanto que en la parcela tratamiento se utilizaron 2.868 kilogramos (Figura11).

⁷² CENTRO DE INVESTIGACIÓN PARA EL MEJORAMIENTO DE LA AGROINDUSTRIA PANELERA, CIMPA. Manual de caña para panela. Barbosa Santander. 1991. p.36.

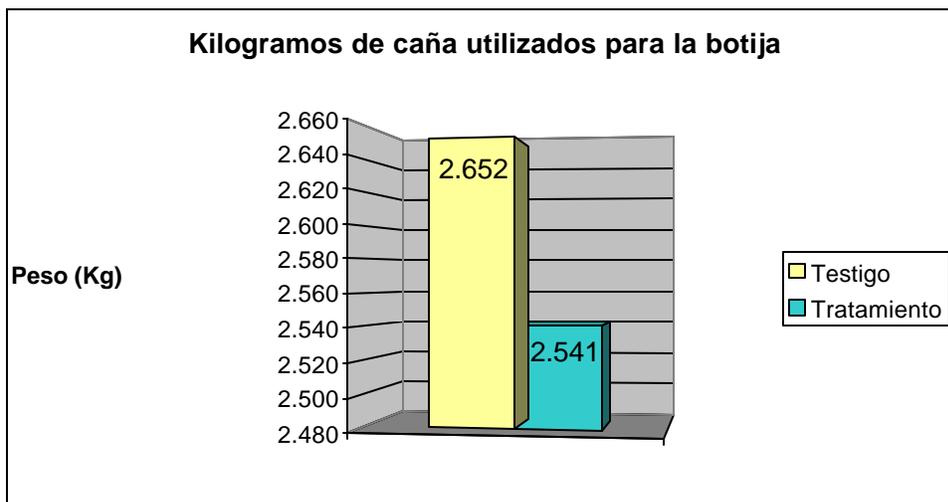
Al comparar las parcelas testigo y tratamiento en el municipio de Sandoná, se observa que para completar la botija en la parcela testigo se tuvo que moler 3.31% más de caña.

Figura 8. Peso total de caña utilizada para obtener una botija en el municipio de Sandoná en kilogramos.



En El Tambo, de la parcela testigo se utilizaron 2.652 kilogramos de caña panelera y para la parcela tratamiento 2.541 Kg. Al establecer la relación existente entre las dos parcelas, se observa que para completar la botija en la parcela testigo se tuvo que moler 4.4% más de caña para igualar el peso necesario en la parcela tratamiento. Figura 12.

Figura 9. Peso total de caña utilizado para una botija en el municipio de El Tambo



3.7.4 Grados brix en jugo. Los grados brix, resultantes de las parcelas testigo y tratamiento, en Sandoná, alcanzaron los 17,3 y 18 grados respectivamente. En cambio en El Tambo las lecturas arrojaron 19,4 en la parcela testigo y los 20,5 grados brix, para la parcela tratamiento (Anexo K).

Los valores derivados de las parcelas de los dos municipios en estudio, contemplan el estándar de calidad permitido según la escala de Fedepanela⁷³, que registra un valor mínimo de brix, en jugo de 15,4^o, un valor promedio de 18,7^o y un valor máximo de 21^o.

3.7.5 El pH del guarapo. En Sandoná, la parcela tratamiento arrojó un pH de 5,3 y de 5 para la parcela testigo. En cambio los resultados de las lecturas de pH en El Tambo fueron de 5,6 para la parcela tratamiento y de 5,4 para la parcela testigo (Anexo K).

Las lecturas de pH desarrolladas en las parcelas testigo de los dos municipios indican que en Sandoná se incrementó el 3.7% y en El Tambo el 6% con respecto a las parcelas tratamiento.

Los resultados en las parcelas testigo de los municipios en estudio, presentaron mayor acidificación, porque el ataque de *Diatraea spp* fue continuo y severo. Al respecto Casanova y Mora⁷⁴, demuestran “que la caña al ser atacada por el barrenador y por el Muermo rojo (*Phylospora tucumanensis*), causa acidificación de jugos reflejada en la mala producción de panela”.

3.7.6 Producción de Panela. En Sandoná se obtuvieron 17,4 toneladas por hectárea en la parcela tratamiento y 15,7 toneladas para la parcela testigo (Anexo K), con un incremento en la producción de 1,7 toneladas por hectárea al comparar las dos parcelas (Figura 13).

En la región de El Tambo se obtuvo un rendimiento de 7,8 toneladas por hectárea en la parcela tratamiento y 6,5 en la testigo, la diferencia de producción entre las dos parcelas fue de 1,3 toneladas por hectárea (Figura 14).

Las diferencias de producción de panela en los dos municipios son muy marcadas. En Sandoná se obtuvo un promedio de producción de 16.5 toneladas por hectárea y en El Tambo fue de 7.17; porque según el acuerdo de competitividad de panela en el departamento de Nariño, los rendimientos obtenidos por hectárea son muy heterogéneos debido a las diferencias edafoclimáticas, a la dotación de los

⁷³ FEDERACIÓN NACIONAL DE PRODUCCIÓN DE PANELA. Manual de caña de azúcar para la producción de panela. Bogotá : s.n., 1995. p. 65.

⁷⁴ CASANOVA y MORA. Op.cit.

recursos naturales para la producción de caña y a las diferencias en los aspectos socioeconómicos y tecnológicos. Además, Sandoná es catalogada como una zona de alta producción de panela, mientras que El Tambo presenta una producción baja.

Figura 10. Producción de panela en toneladas por hectárea en el municipio del Sandoná.

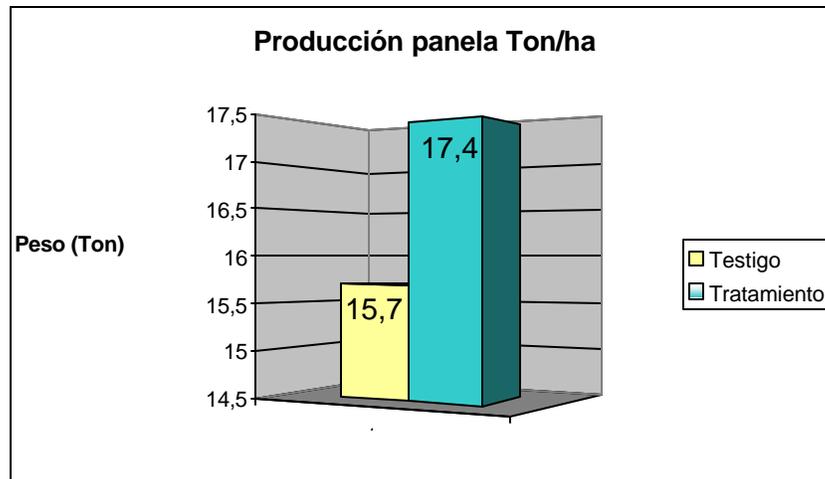
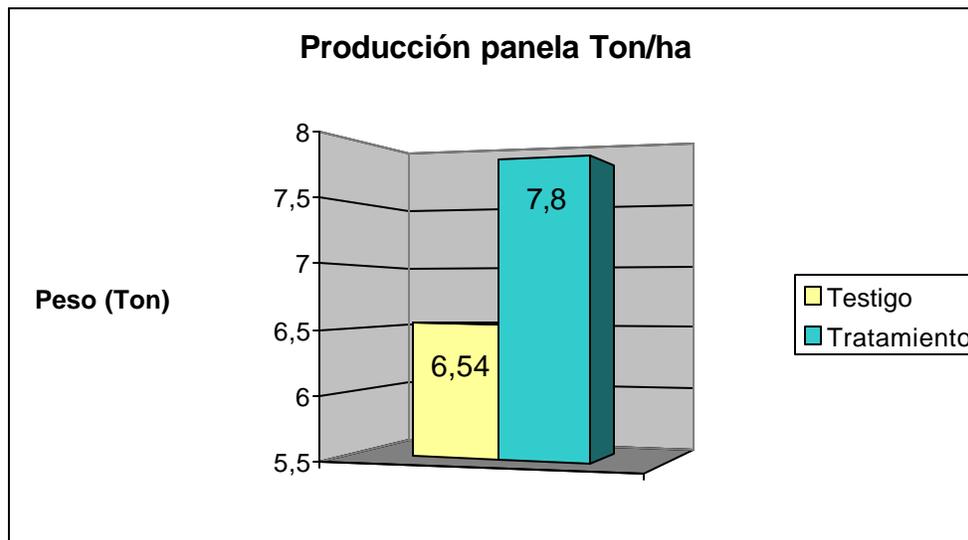


Figura 11. Producción de panela en toneladas por hectárea en el municipio de El Tambo



3.7.7 Grados Brix en panela. Los resultados de laboratorio, determinaron 75,5° y 71° brix en la panela del municipio de El Tambo (Anexo K), entre tanto, que en el municipio de Sandoná se registraron 82° y 80° brix; al comparar los datos

obtenidos con la escala de Análisis de Panela, descrita por FEDEPANELA⁷⁵, se comprueba que estas cifras son superiores al valor mínimo permitido, el cual es de 60,4°.

3.8 ANÁLISIS ECONÓMICO

3.8.1 Costos de producción. Para obtener los costos de producción de la caña panelera por hectárea, se compararon los costos tradicionales y los costos con tecnología recomendada, que para el caso fue la implementación de las liberaciones de *Trichogramma exiguum*.

En la Tabla 7 se observa los costos para el establecimiento del cultivo de la caña panelera y su procesamiento; al hacer un análisis de la estructura de costos de producción en la fase de campo, los insumos como son semilla, fertilizantes y herbicidas, constituyen el factor con mayor participación.

Los costos de producción totales de forma tradicional, tienen un estimado de \$6.632.000, que alcanzan una rentabilidad del 25.44% y permiten un monto de \$2.264.000 de utilidad, para una producción total obtenida en una hectárea de \$8.896.000;

⁷⁵ FEDERACIÓN NACIONAL DE PRODUCCIÓN DE PANELA. Manual de caña de azúcar para la producción de panela. Bogotá : s.n., 1995. p.65.

Tabla 7. Costos de producción de manera tradicional de caña panelera por Hectárea en los municipios en estudio.

COSTOS DE PRODUCCIÓN DE CAÑA / Ha. TRADICIONAL				
ACTIVIDADES	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
1. PREPARACIÓN SUELO				
* Descapote	Jornal	10	8000	80.000
* Arada	Yuntas	5	25000	125.000
* Rastrillada	Yuntas	2	25.000	50.000
* Surcada	Yuntas	2	25.000	50.000
				305.000
2. SIEMBRA				
* Siembra	Jornal	15	8000	120.000
* Resiembra	Jornal	4	8000	32.000
				152.000
3. LABORES CULTURALES				
* Manejo de arvenses	Jornal	60	8000	480.000
* Aplicación de Fertilizantes	Jornal	5	8000	40.000
* Aplicación herbicida	Jornal	4	8000	32.000
				552.000
4. INSUMOS				
* Semilla	Carga de 120 kg.	80	15.000	1.200.000
* Fertilizante 15 - 15 - 15	Bulto	8	45.000	360.000
* Herbicida				
• 2,4 D (Aniquil)	Galón	1	60.000	60.000
• Diuron (Karmex)	Kilogramos	1	23.000	23.000
				1.643.000
TOTAL COSTOS ESTABLECIMIENTO				<u>2.652.000</u>

COSTOS DE SOSTENIMIENTO DE CAÑA / HA				
ACTIVIDADES	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
1. MANO DE OBRA				
* Manejo de arvenses	Jornal	60	10.000	600.000
* Aplicación de fertilizante	Jornal	5	10.000	50.000
* Aplicación de herbicida	Jornal	4	10.000	40.000
				690.000
2. INSUMOS				
* Fertilizante 15– 15 - 15	Bulto	8	50.000	400.000
* Herbicida	Galon	1	60.000	60.000
				460.000
TOTAL DE COSTOS DE MANTENIMIENTO				<u>1.150.000</u>

COSTOS DE PRODUCCIÓN DE PANELA				
ACTIVIDADES	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Corte	Jornal	5	50.000	250.000
Zorrero y transporte	Jornal	8	80.000	640.000
Alquiler de Trapiche	Unidad	1	650.000	650.000
Procesamiento	Jornal	11	80.000	880.000
Subtotal				2.420.000

INSUMOS PROCESAMIENTO				
* Empaque de cabuya	Unidad	400	400	160.000
* Balso	Bulto	4	10.000	40.000
* Cera de Laurel	Kg.	7	6.000	42.000
* Pago por producción a los trabajadores	Kg.	210	8000	168.000
Subtotal				410.000
TOTAL COSTOS BENEFICIO				<u>2.830.000</u>
TOTAL DE COSTOS				6.632.000

Producción Obtenida	T	11.12	80.000	8.896.000
Costo producción panela	kg.			800
Utilidad				2.264.000
Rentabilidad				25.44%

Con la aplicación de las liberaciones de *Trichogramma exiguum*, el resultado es el incremento en la rentabilidad del 33.71% con una utilidad de \$3.398.500 para una producción de \$10.080.000 (Tabla 8).

Si bien, la inversión en el control biológico es de \$49.500 por hectárea, incluida la compra del parasitoide y pago de la mano de obra para la aplicación, igualmente cierto es, que la rentabilidad es creciente de 12,6 toneladas en producción de panela por hectárea con una rentabilidad superior de 8.27%.

Tabla 8. Costos de producción de caña panelera por hectárea con Tecnología recomendada.

COSTOS DE PRODUCCIÓN DE CAÑA/HA CON TECNOLOGÍA RECOMENDADA

<i>ACTIVIDADES</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>VALOR UNITARIO</i>	<i>VALOR TOTAL</i>
1. PREPARACIÓN SUELO				
* Descapote	Jornal	10	8.000	80.000
* Arada	Yuntas	5	25.000	125.000
* Rastrillada	Yuntas	2	25.000	50.000
* Surcada	Yuntas	2	25.000	50.000
				305.000
2. SIEMBRA				
* Siembra	Jornal	15	8.000	120.000
* Resiembra	Jornal	4	8.000	32.000
				152.000
3. LABORES CULTURALES				
* Manejo de arvenses	Jornal	60	8.000	480.000
* Aplicación de Fertilizantes	Jornal	5	8.000	40.000
* Herbicida	Jornal	4	8.000	32.000
* liberación de <i>Trichogramma spp</i>	Jornal	3	8.000	24.000
				576.000
4. INSUMOS				
* Semilla	carga 120 kg.	80	15.000	1.200.000
* Fertilizante	Bulto	8	45.000	360.000
*Herbicida				
• 2,4 D (Aniquil)	Galón	1	60.000	60.000
• Diuron (Karmex)	Kilogramos	1	23.000	23.000
* <i>Trichogramma spp</i>	pul2	150	170	25.500
				1.668.500
TOTAL COSTOS ESTABLECIMIENTO				<u>2.701.500</u>

COSTOS DE SOSTENIMIENTO DE CAÑA / HA

<i>ACTIVIDADES</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>VALOR UNITARIO</i>	<i>VALOR TOTAL</i>
1. MANO DE OBRA				
* Manejo de arbenses	Jornal	60	10.000	600.000
* Aplicación de fertilizantes	Jornal	5	10.000	50.000
* Aplicación de herbicidas	Jornal	4	10.000	40.000
				690.000
2. INSUMOS				
* Fertilizantes 15-15 - 15	Bulto	8	50.000	400.000
* Herbicidas	Galón	1	60.000	60.000
				460.000
TOTAL COSTOS DE MANTENIMIENTO				<u>1.150.000</u>

COSTOS DE PRODUCCIÓN DE PANELA

<i>ACTIVIDADES</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>	<i>VALOR UNITARIO</i>	<i>VALOR TOTAL</i>
Corte	Jornal	5	50.000	250.000
Zorrero y transporte	Jornal	8	80.000	640.000
Alquiler de Trapiche	Unidad	1	650.000	650.000
Procesamiento	Jornal	11	80.000	880.000
Subtotal				2.420.000
INSUMOS PROCESAMIENTO				
* Empaque de cabuya	Unidad	400	400	160.000
* Balso	Bulto	4	10.000	40.000
* Cera de Laurel	kg.	7	6.000	42.000
* Pago por producción a los trabajadores	kg.	210	800	168.000
Subtotal				410.000
TOTAL COSTOS BENEFICIO				<u>2.830.000</u>
TOTAL COSTOS				6.681.500

Producción Obtenida	T	12.6	80.000	10.080.000
Costo producción panela	kg.			800
Utilidad				3.398.500
Rentabilidad				33.71%

El precio de venta final de la panela fue el mismo, tanto para la parcela tratamiento como para la testigo de \$800 / kilo y \$80.000 / carga, por tanto es importante mencionar que la venta de la panela se hace directamente en las fincas productoras; en donde los intermediarios semanalmente comercializan el producto.

4 CONCLUSIONES

El barrenador de la caña panelera presente en los municipios de Sandoná y el Tambo corresponde a las especies *Diatraea indigenella* y *Diatraea sacharalis* (Lepidóptera: Pyralidae).

Con base en los muestreos realizados se encontró que en los municipios de Sandoná y El Tambo se identificaron como enemigos naturales de *Diatraea spp* a: hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana*, la bacteria *Bacillus sp* y las moscas *Paratheresia claripalpis* y *Metagonistylum minense*.

El porcentaje de intensidad de infestación en la parcela donde se realizaron las liberaciones, se redujo en el 1,59%, y como efecto colateral de esta plaga se redujo el tonelaje de panela por hectárea en 1,7 y en 1,3 para Sandoná y El Tambo, respectivamente.

Debido al alto porcentaje de infestación e Intensidad de Infestación iniciales las liberaciones se deben realizar desde los primeros meses de sembrada la caña panelera para así controlar la plaga en sus primeros ataques.

Las parcelas tratamientos mostraron mayores rendimientos en la producción de panela por hectárea en el municipios de Sandoná se obtuvo un rendimiento de 17.4 toneladas por hectárea y en El Tambo 7.8 toneladas por hectárea con relación a las parcelas testigo que fueron 15.7 y 6.54 toneladas por hectárea respectivamente.

Con la aplicación de la tecnología recomendada, la producción final de panela, en Sandoná y El Tambo reportó un incremento del 8.27% en la rentabilidad y un costo monetario variable de \$49.500 por hectárea.

5. RECOMENDACIONES

Motivar estudios regionales sobre biología, comportamiento y cría masiva no solo del género *Trichogramma* si no de otras especies benéficas para reprimir insectos plaga en el cultivo de la caña panelera.

En futuros estudios se aconseja establecer las liberaciones de los parasitoides, a partir del segundo mes de sembrada la caña, con frecuencias menores a los establecidos en esta investigación, con un control de evaluación de eficacia, porque el ataque de *Diatraea spp* comienza desde los primeros meses de instalado el cultivo.

Debido a las características edafoclimaticas presentes en estos dos municipios, *Diatraea indigenella* es la que mayor población ha establecido en los cultivos de caña panelera y comprobado que *Trichogramma exiguum* ejerce mejor control sobre ella, se recomienda continuar con las liberaciones de este parasitoide.

BIBLIOGRAFÍA

AMAYA, Manuel. Estudios básicos tendientes a mejorar el uso de *Trichogramma spp* (Himenoptera: Trichogrammatidae) en el control integrado de plagas en Colombia. Bogotá, 1975, 83 p. Trabajo de grado (M.Sc). Universidad Nacional de Colombia. Facultad Ciencias Agrícolas.

_____. *Trichogramma spp*: Producción, uso y manejo en Colombia. Guadalajara de Buga Valle Del Cauca : IMPRETEC, 1998. 176 p.

AZAIN, Amanda, NARVÁEZ, Hugo y SILVA, German. Propuesta de un modelo de transferencia para la zona panelera de occidente del departamento de Nariño. Pasto, Nariño, 2001 189 p. Informe final de pasantía. Universidad de Nariño. Facultad de Ingeniería Agroindustrial.

BASTIDAS, Clara y VELÁSQUEZ, Jesús. Evaluación de daño y reconocimiento de enemigos naturales del barrenador del tallo de la caña de azúcar (*Diatraea sacharalis*) en los municipios de Sandoná y Consacá, Departamento de Nariño. Pasto, Colombia, 1990. 90 p. Trabajo de grado (Ingeniero Agrónomo). Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas.

BORROR, Donald. y DELONG, Dwight. And introduction to the study of insects. 4 ed. Estados Unidos : Holt, Rinehart and Winston, 1954. 852 p.

CASNOVA, Wilber y MORA, Orlando. Determinación de daños causados por *Diatraea sacharalis* en caña de azúcar y reconocimiento de algunos enemigos naturales en los municipios de Mallama y Ricaurte, Departamento de Nariño. Pasto, Colombia, 1993. 92 p. Trabajo de grado (Ingeniero Agrónomo). Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas.

CENTRO DE INVESTIGACIÓN PARA EL MEJORAMIENTO DE LA AGROINDUSTRIA PANELERA, CIMPA. Manual de caña para panela. Barbosa Santander : sn., 1991. 56 p.

CENTRO DE INVESTIGACIÓN DE LA CAÑA DE AZÚCAR DE COLOMBIA, CENICAÑA. Informe anual de labores. Programa variedades. Cali : sn., 1982. 127 p.

_____. Informe anual de labores. Cali : sn., 1984. 120 p.

_____. Informe anual de labores. Cali : sn., 1986. 125 p.

COLOMBIA. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL. Acuerdo de competitividad de panela en el departamento de Nariño. Pasto : 2001. 52p.

CORPORACIÓN COLOMBIANA DE INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA. Manual de caña de azúcar para la producción de panela. Bogota : Corpoica.1993. 154 p.

CORDOBA, Marco y ESPAÑA, Cesar. Evaluación de daños causados por el barrenador de la caña de azúcar *Diatraea spp* en algunas zonas de los municipios de Ancuya y Linares. Pasto, Colombia, 1980. 100 p. Trabajo de grado (Ingeniero Agrónomo). Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas.

DIAZ, Ana. Aspectos biológicos del *Trichogramma exiguum* (Hymenoptera :Trichogrammatidae) encaminado a su cría masiva para el control de *Diatraea spp* (Lepidoptera: Piralidae) . Pasto, Colombia, 1996. 130 p. Trabajo de grado (Ingeniero Agrónomo). Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas.

DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y EXTENSIÓN DE LA CAÑA DE AZÚCAR (DEICA – LAICA) Evolución histórica del manejo de plagas en el cultivo de la caña de azúcar en Costa Rica : s.n., 1999. 11 p.

FEDERACIÓN NACIONAL DE PRODUCCIÓN DE PANELA. Manual de caña de azúcar para la producción de panela. Bogota – Colombia : s.n., 1995. 247 p.

FRANCO, Pedro y RODRÍGUEZ Fernando. Evaluación en campo de *Bacillus thuringiensis* y el *trichogramma sp* para el control de dos plagas del algodónero. Bogotá, Colombia. 1983. 162 p. Trabajo de grado (Ingeniero Agrónomo). Universidad Nacional, Facultad de Ciencias Agrícolas.

GAVIRIA, M. Control Biológico del barrenador de la caña de azúcar *Diatraea saccharalis* en el ingenio Río Paila Ltda. La Paila (Valle). En : II Congreso de la Sociedad Colombiana de Entomología. Memorias. Cali : Colciencias , 1974. 90 p.

GAVIRIA, M. G. Importancia del control Biológico del gusano barrenador de la caña de azúcar (*Diatraea saccharalis*) en el ingenio Río Paila. Industrialización de la caña. Valle del Cauca : ICA. 1981. 215 p.

GAVIRIA, J. D. Biología y ecología de la caña de azúcar *Diatraea sacharalis*; su control mediante crías y propagación artificial del parásito *Paratheresia claripalpis Wulp*. Guayaquil, Ecuador, 1967. 229 p. Trabajo de grado (Ingeniero Agrónomo). Universidad de Guayaquil, Facultad de Agronomía.

GÓMEZ, L y LASTRA, R. El cultivo de la caña en la zona azucarera de Colombia. Cassalet, Torres, J, Isaac; Cali : CENICAÑA. 1995. 263 p.

INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO. El cultivo de la caña panelera en la zona cafetera. Manizales : ICA. 1981. 29p

_____. Curso Tecnología en caña panelera. Pasto : ICA. 1985. 126 p.

_____. Convenio ICA-Holanda de investigación y divulgación de la industria panelera, manual de caña panelera. Países Bajos, Barbosa : ICA. 1992. 53 p.

_____. Impacto del ICA. En el desarrollo y la Competitividad de las especies agrícolas y sus productos. Bogotá : ICA. 2003. 8 p.

MELO, Lida y RODRÍGUEZ, Francisco. Reconocimiento, Identificación y Evaluación del daño de *Diatraea spp.* En dos zonas productoras de caña panelera en el municipio de Samaniego departamento de Nariño. Pasto, Colombia, 1999. 130 p. Trabajo de grado (Ingeniero Agrónomo). Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas.

NARANJO, H y CAMACHO, L. Evaluación de los daños causados por *Diatraea saccharalis* a la industria azucarera del Valle del Río Cauca. Manizales, Colombia, 1965. 54 p. Trabajo de grado (Ingeniero Agrónomo). Universidad de Caldas, Facultad de Agronomía.

NORDLUND, D.A., CHALFANT, R.B. response of *Trichogramma pretiosum* females to extracts of two plants attacked by *Heliothis zea*. En : Agriculture ecosystems and environment. 1994, (12) p. :127- 133.

PARK, G.A. Selection of *Trichogramma* for inundative biological control. Wageningen, Omslan : P,J. Kostense. 1998. 224p.

PINTO, J. L. Principales plagas de la caña para panela y sus métodos de control. En : Curso de Tecnología en Caña Panelera. Barbosa : ICA. 1985. 84 p.

RIVERA Alberto, y SÁNCHEZ Luís. Identificación, cría y evaluación de *Trichogramma sp* para el control de plagas en el cultivo algodónero en el pie de monte llanero. Bogotá, Colombia, 1981. 150 p. Trabajo de grado (Ingeniero Agrónomo). Universidad de Nacional, Facultad de Ciencias Agrícolas.

RAIGOSA, B.J. Fluctuación de la población de *Diatraea saccharalis* capturados con trampas de luz negra en caña de azúcar. En : Revista Colombiana de Entomología. No 11 (1985); Bogotá : Guadalupe, p. 21 – 25.

SALDARRIAGA, A y A. BUSTILLO. 1974. Del *Trichogramma* se sabe que... y otras observaciones sobre su parasitismo en huevos de *Osydia sp.* Cerca Trychiata. En : Revista Colombiana de Entomología. No. 1 (1985); Bogotá : Guadalupe, p. 39-51.

VELEZ, R. Notas sinópticas de entomología económica Colombiana. Medellín : Universidad Nacional de Colombia, 1985. 192 p.

ANEXOS

ANEXO A. Determinación del porcentaje de parasitismo natural en el municipio de Sandoná.

No masas	Huevos totales	Huevos parasitados	Huevos no parasitados	Huevos fértiles eclosionados	Huevos fértiles no eclosionados	Huevos infértiles	%
1	15	5	10	3	2	0	26.66
2	10	3	7	3	0	0	30.00
3	11	2	9	2	0	0	18.18
4	17	3	12	2	1	2	17.64
5	9	2	7	1	0	1	22.22
6	13	3	10	3	0	0	23.07
7	18	3	15	2	1	0	16.16
8	19	4	15	2	1	1	21.05
9	15	3	12	2	0	1	20.00
10	10	2	8	1	1	0	20.00
DATO PROMEDIO							21.49

ANEXO B. Determinación del porcentaje de parasitismo natural en el municipio del Tambo.

No masas	Huevos totales	Huevos parasitados	Huevos no parasitados	Huevos fértiles eclosionados	Huevos fértiles no eclosionados	Huevos infértiles	%
1	16	2	14	2	0	0	12.5
2	12	2	10	1	1	0	16.66
3	9	1	8	1	0	0	11.11
4	16	2	14	1	0	1	12.5
5	15	3	12	3	0	0	20
6	12	2	10	1	1	0	20
7	14	2	12	2	0	0	14.28
8	17	2	15	0	2	0	11.76
9	11	3	8	2	1	0	27.27
10	11	3	8	3	0	0	27.27
DATO PROMEDIO							17.28

ANEXO C. Evaluación del porcentaje de infestación en los municipios de Sandoná y del Tambo

Municipio	Evaluación	Parcela	Numero de Cañas Evaluadas	Cañas atacadas	Cañas sanas	Porcentaje de Infestación
Sandoná	Inicial	Tratamiento	120	80	40	66,66%
		Testigo	120	73	47	60,83%
Tambo	Inicial	Tratamiento	120	93	27	77,50
		Testigo	120	84	36	70
Sandoná	Final	Tratamiento	120	65	55	54,16%
		Testigo	120	75	45	62,5%
Tambo	Final	Tratamiento	120	69	51	57,50%
		Testigo	120	82	38	68,33%

ANEXO D. Determinación del porcentaje de intensidad de infestación en los municipios de Sandoná y del Tambo

Municipio	Evaluación	Parcela	Numero de Cañas Evaluadas	Total de Entrenudos	Entrenudos Sanos	Entrenudos Barrenados	Porcentaje de Intensidad de Infestación
Sandoná	Inicial	Tratamiento	120	2427	2125	302	12,30%
		Testigo	120	2191	2881	310	13,92%
Tambo	Inicial	Tratamiento	120	1938	1738	200	10,57%
		Testigo	120	2003	1762	241	11,11%
Sandoná	Final	Tratamiento	120	2727	2429	298	11,27%
		Testigo	120	2513	2210	403	16,14%
Tambo	Final	Tratamiento	120	2350	2135	215	8,42%
		Testigo	120	2301	1986	315	13,96%

ANEXO E. Determinación de los porcentajes de parasitismo en las diferentes liberaciones de los municipios de Sandoná y el Tambo.

MUNICIPIO	PARCELA	EVALUACIÓN	No masas	Huevos totales	Huevos parasitados	Huevos no parasitados	Huevos fértiles eclosionados	Huevos fértiles no eclosionados	Huevos infértiles	PORCENTAJE DE PARASITISMO
Sandoná	Tratamiento	Primera	10	206	63	135	52	5	14	31.03
		Segunda	10	174	59	106	56	3	9	34.80
		Tercera	10	184	65	110	61	4	9	39.24
	Testigo	Primera	10	172	34	125	31	3	13	21.17
		Segunda	10	184	36	137	34	2	11	21.95
		Tercera	10	179	41	128	41	1	11	23.28
El Tambo	Tratamiento	Primera	10	194	48	114	41	7	32	25.79
		Segunda	10	178	56	11	51	5	11	31.89
		Tercera	10	172	56	104	48	8	13	32.93
	Testigo	Primera	10	175	32	127	26	6	16	18.48
		Segunda	10	175	32	120	27	7	9	18.67
		Tercera	10	174	34	114	30	4	26	19.47

ANEXO F. Análisis de Varianza para la variable del porcentaje de Intensidad de Infestación en caña panelera en la parcela testigo antes y después de hacer la liberaciones de *Trichogramma exiguum* en el municipio de Sandoná

FV	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Tratamiento	1	15.80816	15.80816	0.08 ns	0.77
Error	238	46427.1923	195.0722		
Total	239	46443.0004			

Ns: No hay diferencias significativas entre tratamientos

Cv: 13.56%

ANEXO G. Análisis de Varianza para la variable del porcentaje de Intensidad de Infestación en caña panelera en la parcela tratamiento antes y después de hacer la liberaciones de *Trichogramma exiguum* en el municipio de Sandoná

FV	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Tratamiento	1	310.46968	310.4696	5.61**	0.2053
Error	238	45803.8990	192.4533		
Total	239	46114.3687			

** : hay diferencias altamente significativas entre tratamientos
Cv: 10.56%

ANEXO H. Análisis de Varianza para la variable del porcentaje de Intensidad de Infestación en caña panelera en la parcela testigo antes y después de hacer la liberaciones de *Trichogramma exiguum* en el municipio de El Tambo

FV	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Tratamiento	1	550.03877	550.03877	3.04ns	0.0823
Error	238	43011.4748	180.7204		
Total	239	43561.51			

Ns: No hay diferencias significativas entre tratamientos

Cv: 16.54%

ANEXO I. Análisis de Varianza para la variable del porcentaje de Intensidad de Infestación en caña panelera en la parcela tratamiento antes y después de hacer la liberaciones de *Trichogramma exiguum* en el municipio de El Tambo.

FV	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Tratamiento	1	704.7786	704.7786	5.63**	0.0184
Error	238	29790..97	125.1721		
Total	239	30495.7501			

** : hay diferencias altamente significativas entre tratamientos
 Cv: 15.96%

ANEXO J. Control de calidad antes de hacer la liberaciones de *Trichogramma exiguum*

Primer Control de calidad

	Huevos parasitados	Huevos parasitados no eclosionados	Huevos no parasitados	Total de huevos	Porcentaje de parasitismo	Relación macho a hembra
1/16	160	25	0	185	86.48%	1:1
1 pulgada	2560	400	0	2960	86.5%	1:1

Segundo Control de calidad

	Huevos parasitados	Huevos parasitados no eclosionados	Huevos no parasitados	Total de huevos	Porcentaje de parasitismo	Relación macho a hembra
1/16	142	20	2	162	87.65%	1:1
1 pulgada	2272	320	32	2592	87.65%	1:1

Tercer Control de calidad

	Huevos parasitados	Huevos parasitados no eclosionados	Huevos no parasitados	Total de huevos	Porcentaje de parasitismo	Relación macho a hembra
1/16	152	29	3	181	83.97%	1:1
1 pulgada	2432	464	48	2896	83.97%	1:1

ANEXO K. Datos de cosecha en las parcelas experimentales

MUNICIPIO: SANDONA

PROPIETARIO: CRUZ ALBERTO CAICEDO

Parcela	Area parcela metros	Brix caña en pie	Peso total de caña Kls	Peso caña para botija kls	Volumen de jugo en litros	Brix de jugo	pH	Producción de panela	Brix de panela	Producción caña Ton/ hac	Producción panela Ton/Hac
Tratamiento	300	20	4720	2868	1523	18	5.3	317	82	157.33	17.4
Testigo	300	19.2	4492	2963	1523	17.3	5.0	310	80	149.7	15.7

MUNICIPIO: EL TAMBO

PROPIETARIO: GERMAN GUERRERO

Parcela	Area parcela metros	Brix caña en pie	Peso total de caña Kls	Peso caña para botija kls	Volumen de jugo en litros	Brix de jugo	pH	Producción de panela	Brix de panela	Producción caña Ton/ hac	Producción panela Ton/Hac
Tratamiento	300	21.1	2834	2541	1251	20.5	5.6	262	75.5	75.6	7.8
Testigo	300	18	2689	2652	1251	19.4	5.4	242	7.1	71.7	6.54