

**ANÁLISIS DE ALGUNAS CAUSAS DEL BROTE DE *Diatraea* spp.
(Lepidoptera: Crambidae), OBSERVADO EN EL VALLE DEL RÍO CAUCA,
DESDE 2003**

VIVIANA PATRICIA OBANDO MELO

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS
PROGRAMA INGENIERÍA AGRONÓMICA
SAN JUAN DE PASTO
2007**

**ANÁLISIS DE ALGUNAS CAUSAS DEL BROTE DE *Diatraea* spp.
(Lepidoptera: Crambidae), OBSERVADO EN EL VALLE DEL RIO CAUCA,
DESDE 2003**

VIVIANA PATRICIA OBANDO MELO

**Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de
Ingeniero Agrónomo**

Director

LUIS ANTONIO GÓMEZ LAVERDE

Entomólogo, Ph. D

Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia, CENICAÑA

Codirector

CLAUDIA SALAZAR GONZÁLES

Ingeniera Agrónoma, M. Sc

Universidad de Nariño

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS
PROGRAMA INGENIERÍA AGRONÓMICA
SAN JUAN DE PASTO
2007**

“Las ideas y conclusiones aportadas en la Tesis de grado son responsabilidad exclusiva de los autores”

Art. 1, acuerdo 324 de Octubre 11 de 1966, emanado del Honorable Consejo Superior de la Universidad de Nariño.

Nota de aceptación

CARLOS BETANCOURTH GARCÍA
Jurado delegado

TITTO BACCA IBARRA
Jurado

GUILLERMO CASTILLO
Jurado

Pasto, 21 de Agosto de 2007

DEDICATORIA:

A mis padres Teresa Melo y Antonio Obando, que son el motor de mi vida, el mayor ejemplo de amor y de apoyo incondicional.

A mis hermanos Sandra, Edison y Ximena, por acompañarme, con su alegría y optimismo, en todos los momentos de mi vida.

A mis sobrinos Sarita y Juan Manuel, que llegaron a nuestro hogar y nos llenaron de mucha felicidad.

Gracias por todo, los amo con todo mi corazón.

VIVIANA PATRICIA OBANDO

AGRADECIMIENTOS

A Dios por llevarme a cada sitio donde he estado y por toda la gente que me ha rodeado en el transcurso de mi vida.

De nuevo a mis padres y a mis hermanos por toda su entrega y amor.

A los profesores de la universidad de Nariño, por todas las enseñanzas que me brindaron durante la carrera.

A Cenicaña, por la oportunidad de realizar mi pasantía y tesis de grado.

Al Dr. Luis Antonio Gómez Laverde, gracias por enseñarme tantas cosas, por su asesoría y orientación durante la realización del proyecto

A la Dra. Claudia Salazar Gonzáles, por su atención y disponibilidad para el desarrollo del trabajo.

Al personal del laboratorio de entomología, Don Orlando, Diago, Quiñito, Botina, Saavedra, Clemente, Tioti, Germán, a Johana y a mi paisano Don Alvaro, por toda su colaboración en el desarrollo de mi trabajo y sobre todo, por hacerme los días más alegres.

Al Dr. Carlos Moreno, por su colaboración en el análisis estadístico.

A la Dra. Anita Díaz Montilla, por su compañía, colaboración y amistad.

A mis amigas de siempre, Rebeca, Lorena B, Lorena M y Johana.

A mis amigos de la U, Camila y Viviana, por todo su apoyo y comprensión, y a Franklin, Danny, Oscar y Diego, por todos los buenos, alegres y tristes momentos.

A mi familia, a mi tía Ilda por su cariño y compañía en estos dos últimos años. A mi primo Andrés, a Lina, y a sus familias, por hacerme una integrante más de sus hogares.

A Edwin, por todo su amor.

Y finalmente, a Patricia Cadena, gracias por ser tan especial, por ser mi amiga, mi consejera, por estar siempre pendiente de mí. Gracias por tu amistad y apoyo incansable.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág
INTRODUCCION	23
1. MARCO TEORICO	26
1.1 Generalidades <i>Diatraea</i> spp.	26
1.2 Morfología y biología de <i>Diatraea</i> spp.	27
1.2.1 Morfología	27
1.2.2 Biología	30
1.3 Daño causado por <i>Diatraea</i> spp.	31
1.4 Pérdidas causadas por <i>Diatraea</i> spp.	32
1.5 Muestreo de daño en campo	33
1.6 El <i>Diatraea</i> spp. en el valle del río cauca	34
1.6.1 Composición de especies de <i>Diatraea</i> 1983 a 1996	34
1.6.2 Comportamiento poblacional de <i>Diatraea</i> spp. en función del desarrollo del cultivo.	36
1.6.3 Fluctuación de daño causado por <i>Diatraea</i> spp. en el tiempo 1969 – 2006	38
1.7 Generalidades sobre control biológico de <i>Diatraea</i> spp.	42
1.8 Composición de parasitoides en el valle del río Cauca	44
1.8.1 Parasitismo según hospedero.	48
1.9 Cría masiva de parasitoides	49
1.9.1 Control de calidad de parasitoides criados masivamente	50
2. MATERIALES Y MÉTODOS	53
2.1 Composición de especies de <i>Diatraea</i> y de sus parasitoides en el valle del río cauca.	54
2.1.1 Localización de los sitios de muestreo	54
2.1.2 Diferenciación de los individuos recolectados	56
2.2 Fluctuación de poblaciones de <i>Diatraea</i> spp. y de sus parasitoides durante un ciclo de cultivo.	58

2.2.1	Localización y organización del ensayo	58
2.2.2	Evaluación de daño y recolección de individuos	58
2.3	Control de calidad de parasitoides criados masivamente para el control de <i>Diatraea</i> spp.	59
2.3.1	Parámetros de calidad	59
2.3.2	Evaluación del peso de los puparios, de la proporción de sexos, de los individuos atípicos y del % de emergencia.	60
2.3.3	Evaluación de longevidad de adultos y progenie de crías en hembras maduras.	62
3.	RESULTADOS Y DISCUSION	65
3.1	Composición de especies de <i>Diatraea</i> y de sus parasitoides en el valle del río Cauca.	65
3.1.1	Proporción de especies de barrenadores	65
3.1.2	Proporción de especies de <i>Diatraea</i> spp. en el valle del río Cauca.	66
3.1.3	Efecto de la edad de la caña sobre la presencia de las especies de <i>Diatraea</i> .	70
3.1.4	Abundancia de los barrenadores a lo largo del año	73
3.1.5	Composición de parasitoides en el valle del río Cauca	75
3.1.5.1	Recolecciones en 6 y 12 meses de edad de la caña.	78
3.1.5.2	Parasitismo según hospedero	80
3.1.6	Poblaciones de barrenadores y parasitoides a través del tiempo.	82
3.2	Fluctuación de poblaciones de <i>Diatraea</i> spp. y de sus parasitoides durante un ciclo de cultivo.	86
3.2.1.	Fluctuación de <i>Diatraea</i> spp y de sus parasitoides	87
3.2.1.1	Barrenadores	88
3.2.1.1.1	Efecto varietal	89
3.2.1.2	Parasitoides	92
3.2.2	Condiciones de cultivo de la EESA.	94
3.3	Control de calidad de parasitoides criados masivamente para el control de <i>Diatraea</i> spp.	95

3.3.1 Individuos de campo.	95
3.3.2 Parámetros de calidad en individuos de laboratorios.	95
3.3.2.1 Peso de puparios.	95
3.3.2.2 Emergencia.	97
3.3.2.3 Proporción de sexos	98
3.3.2.4 Individuos atípicos.	99
3.3.2.5 Mortalidad de hembras.	100
3.3.2.6 Progenie.	100
3.3.3 Relación entre parámetros	103
4. CONCLUSIONES	107
4.1 Composición de especies de <i>Diatraea</i> y de sus parasitoides en el valle del río Cauca	107
4.2 Fluctuación de poblaciones de <i>Diatraea</i> spp. y de sus parasitoides durante un ciclo de cultivo.	108
4.3 Control de calidad de parasitoides criados masivamente para el control de <i>Diatraea</i> spp.	108
BIBLIOGRAFIA	110
ANEXOS	116

LISTA DE CUADROS

		Pág.
Cuadro 1	Biología de las especies <i>Diatraea saccharalis</i> y <i>Diatraea indigenella</i> .	30
Cuadro 2	Valores de porcentaje de parasitismo según hospedero en el año 1991 y 1993	48
Cuadro 3	Parámetros considerados con respecto al control de calidad de las moscas <i>Metagonistylum. minense</i> .	53
Cuadro 4	Proporción de especies de barrenadores en el valle del río Cauca	65
Cuadro 5	Estado de desarrollo de individuos de <i>Diatraea</i> spp. recolectados mensualmente durante un ciclo de cultivo.	86
Cuadro 6	Estado de desarrollo de individuos de parasitoides de <i>Diatraea</i> spp. recolectados mensualmente, durante un ciclo de cultivo	87
Cuadro 7	Peso de puparios de los laboratorios de cría masiva de moscas.	96
Cuadro 8	Intervención del sexo de la mosca en el peso del pupario.	96
Cuadro 9	Condiciones ambientales de laboratorio y campo	97
Cuadro 10	Comparación de emergencia de puparios entre los laboratorios de cría masiva.	98
Cuadro 11	Proporción de sexos de las moscas entre los laboratorios de cría comercial.	99
Cuadro 12	Individuos atípicos de cada laboratorio de cría.	99
Cuadro 13	Mortalidad de individuos en condiciones de campo.	100
Cuadro 14	Progenie total de crías de hembras mantenidas en condiciones de campo	101
Cuadro 15	Actividad de crías de hembras maduras.	102

Cuadro 16	Actividad de la progenie según la edad.	102
Cuadro 17	Valoración de los laboratorios comerciales	103
Cuadro 18	Relación entre parámetros	104
Cuadro 19	Valores límites de los parámetros de calidad	105
Cuadro 20	Calificación de los parámetros considerados en los laboratorios comerciales.	106

LISTA DE FIGURAS

		Pág
Figura 1	Huevos de <i>Diatraea</i> spp	28
Figura 2	Larvas de <i>Diatraea</i> : A: <i>D. saccharalis</i> . B: <i>D. indigenella</i>	28
Figura 3	Pupas de <i>Diatraea</i> : A. <i>D. saccharalis</i> . B. <i>D. indigenella</i>	29
Figura 4	Adultos de <i>Diatraea</i> : A. <i>D. saccharalis</i> . B. <i>D. indigenella</i>	29
Figura 5	Corazón muerto o cogollo muerto.	31
Figura 6	Entrenudos barrenados por <i>Diatraea</i> spp.	32
Figura 7	A: larva de <i>Blastobasis gramínea</i> B. daño en el tallo por <i>B. gramínea</i> .	32
Figura 8	Composición de <i>D. saccharalis</i> frente a <i>D. indigenella</i> el valle geográfico del río Cauca en 1985, 1991 - 1996.	36
Figura 9	Comportamiento de las especies de <i>Diatraea</i> en función de la edad de la caña, ingenio Providencia, haciendas La Paz, San Jerónimo y Marsella	37
Figura 10	Comportamiento de las especies de <i>Diatraea</i> en función de la edad de la caña. Ingenio Pichichí, 1995	37
Figura 11	Comportamiento de <i>D. indigenella</i> en función de la edad de la caña, haciendas Florencia y la Gruta. Incauca.	38
Figura 12	Fluctuación de daño de <i>Diatraea</i> spp. en el valle del río Cauca.	39
Figura 13	Situación de <i>Diatraea</i> spp. en la zona sur 2004.	40
Figura 14	A y B: Distribución e intensidad de daño causado por <i>Diatraea</i> spp. en el valle del río Cauca A: 2005, B: 2006. C: Grupos de humedad del valle geográfico del río Cauca	41
Figura 15	Controladores biológicos de <i>Diatraea</i> spp. en estado adulto.	42
Figura 16	Pupas de parasitoides	44
Figura 17	Composición de parasitoides en el valle geográfico del río	47

Cauca desde el año 1985 al año 1996. A: Zona sur. B: Zona centro. C: Zona norte.

Figura 18	A: Diagnóstico de daño 2005. B: Distribución de lotes muestreados en el valle del río Cauca	55
Figura 19	Procedimiento de recolección y cría de <i>Diatraea</i> spp.	57
Figura 20	Montaje para observación individual de puparios A: Pupario en frasco vial. B: Gradilla para viales	61
Figura 21	Moscas <i>M. minense</i> . A: Hembra. B: Macho.	62
Figura 22	Montaje de jaulas en campo.	62
Figura 23	Montaje para la obtención de la progenie de hembras maduras: A: Disección de hembra. B: Cresas en desplazamiento. C: Manguera adaptada al vacío para extraer las cresas activas	64
Figura 24	Abundancia relativa de especies de barrenadores en el valle del río Cauca	66
Figura 25	Especies de <i>Diatraea</i> en el valle geográfico del río Cauca. A: Proporción. B: Distribución	67
Figura 26	Diagnóstico de daño 2005 frente a distribución de especies de <i>Diatraea</i> 2007	68
Figura 27	Distribución de <i>D. saccharalis</i> en el valle del río Cauca en el tiempo	69
Figura 28	Composición de especies de <i>Diatraea</i> según la edad de la caña, 2006.	71
Figura 29	Tendencia de barrenadores según la edad de la caña A: Muñoz y Prieto, 1995. B: 2006 – 2007	72
Figura 30	Precipitación mensual frente a abundancia de especies de <i>Diatraea</i> a lo largo del año.	74
Figura 31	Composición de especies parasitoides de <i>Diatraea</i> spp. en el valle del río Cauca	75
Figura 32	Distribución de especies A: <i>Diatraea</i> y B: parasitoides	77

Figura 33	Composición de parasitoides según la edad de la caña	79
Figura 34	Parasitismo según hospedero. A: Sobre <i>D. saccharalis</i> . B: Sobre <i>D. indigenella</i>	81
Figura 35	Registro a través del tiempo de barrenadores y parasitoides.	83
Figura 36	Parasitismo en el tiempo A: sobre <i>D. saccharalis</i> . B: sobre <i>D. indigenella</i>	85
Figura 37	Variación de las poblaciones de <i>Diatraea</i> spp. y de sus parasitoides, durante un ciclo de cultivo.	88
Figura 38	Composición de especies de <i>Diatraea</i> , durante un ciclo de cultivo	88
Figura 39	Fluctuación de especies de <i>Diatraea</i> spp. en dos variedades. A: <i>D. saccharalis</i> . B: <i>D. indigenella</i>	90
Figura 40	Expresión de daño. A: Variedad CC 93 – 3826 B: Variedad CC 85 – 92	92
Figura 41	Composición de parasitoides, durante un ciclo de cultivo	93
Figura 42	Parasitismo ejercido sobre <i>D. saccharalis</i>	93

LISTA DE ANEXOS

		Pág
Anexo A	Formato de recolección de datos de poblaciones, especies de <i>Diatraea</i> , de parasitoides, y registro de parasitismo.	117
Anexo B	Formato para evaluación de daño y poblaciones de <i>Diatraea</i> spp.	118
Anexo C	Formato para el registro de peso de puparios frente al sexo de las moscas.	119
Anexo D	Formato para el registro de mortalidad de hembras.	120
Anexo E	Formato para el registro de progenie de hembras maduras /Laboratorio	121
Anexo F	Análisis de varianza de peso de puparios de diferentes laboratorios comerciales.	122
Anexo G	Análisis de varianza de la emergencia bajo dos ambientes, de diferentes laboratorios comerciales	123
Anexo H	Análisis de varianza de la proporción de sexos bajo dos ambientes, de diferentes laboratorios comerciales	124
Anexo J	Análisis de varianza de individuos atípicos bajo dos ambientes de diferentes laboratorios comerciales	125
Anexo K	Análisis de varianza de mortalidad entre diferentes laboratorios	126
Anexo L	Análisis de varianza de actividad de crasas entre diferentes laboratorios y por edad de maduración	127

GLOSARIO

ATÍPICOS: Individuos que presentan deformidad en alas y patas

CRESAS: Estado inmaduro de la metamorfosis de los Dípteros

CORAZÓN MUERTO: Síntoma generado por la muerte del cogollo en las plantas de caña, durante el periodo de germinación.

CHORRA: Arrume de caña en hileras en la cosecha manual

DISECCIÓN: División en partes de un animal muerto para examinarlos y estudiar sus órganos.

EESA: Estación experimental San Antonio de los Caballeros – Cenicaña

ENTRENUDO: Parte del tallo de la caña comprendida entre dos nudos.

ESPIRÁCULO: Orificio tegumentario de funciones respiratorias.

EXUVIA: Término usado en zoología para referirse a la piel usada (exoesqueleto), que es abandonada por los artrópodos (insectos, crustáceos o arácnidos) tras la muda.

GENITALIA: estructura de reproducción de los insectos

HOSPEDERO: El organismo que es parasitado por otro.

MUERMO ROJO: síntoma ocasionado en caña de azúcar por la invasión de organismos, principalmente, del hongo *Colletotricum falcatum*.

ONTOGENIA: Desarrollo individual proceso íntegro del desarrollo del ciclo vital de un organismo

PARASITOIDE: insecto que vive a expensas de su huésped y lo mata. Organismo dependiente de otro durante su vida juvenil, provocándole generalmente la muerte, siendo el adulto de vida libre.

PUPARIO: En dípteros superiores, cubierta externa endurecida de la pupa correspondiente a la última piel de la larva.

SAPRÓFITO: Se dice de los microorganismos que se alimentan de materias orgánicas en descomposición

SETAS: células tricógenas de los insectos (=pelos)

YEMAS: Brote embrionario de los vegetales constituido por hojas o por esbozos foliares a modo de botón escamoso del que se desarrollarán ramas, hojas y flores.

VALLE GEOGRÁFICO DEL RÍO CAUCA: región comprendida entre los departamentos de Cauca, Valle del Cauca y Risaralda.

ZONA RUT: Distrito de riego Roldadillo – Unión – Toro ubicada en la zona norte de Valle del Cauca.

RESUMEN

En el sector azucarero del valle geográfico del río Cauca, se han registrado dos especies de *Diatraea*: *D. saccharalis* y *D. indigenella*. Para regular las poblaciones del barrenador, se han venido utilizando los parasitoides *Metagonystilum minense* y *Paratheresia claripalpis*, especies criadas y liberadas, y *Jayneleskia jaynesi* que actúa naturalmente en el campo. Desde el año 2003, se empezaron a notar incrementos de daño, y luego, en 2005, se detectaron las zonas con mayor presión de la plaga. Con el fin de explicar la situación, se analizaron tres factores que pudieron incidir en el brote: 1) la composición y distribución de especies de *Diatraea* y de sus parasitoides en las zonas afectadas del valle geográfico del río Cauca, 2) la fluctuación de las poblaciones de *Diatraea* spp. y de sus parasitoides en función del desarrollo del cultivo, y 3) la calidad de *M. minense* parasitoide criado comercialmente, usado para el control del barrenador.

Mediante la recolección periódica de individuos de *Diatraea* spp. y de sus parasitoides en las zonas de mayor presión de daño del valle del río Cauca, se observó, un resurgimiento de la especie *D. saccharalis* en las zonas sur y centro, donde antes predominaba totalmente *D. indigenella*, y su localización geográfica coincidió con las zonas de mayor ocurrencia de daño. Aunque los tres parasitoides actuaron sobre *D. saccharalis*, *M. minense*, fue más frecuente, mientras que, *J. jaynesi* fue más agresiva sobre *D. indigenella*.

La fluctuación de poblaciones de las especies del barrenador y de sus parasitoides, durante un ciclo de cultivo, se observó en dos variedades de caña: CC 93 – 3826, susceptible y CC 85 – 92, resistente. La especie altamente predominante fue *D. saccharalis*, contrario a lo que ocurrió en la zona donde fue desarrollado el experimento, donde actualmente predomina *D. indigenella*. Sin embargo, coincidió con la zona de mayor presión de daño detectado en 2005. El efecto de la variedad susceptible fue altamente influyente para la abundancia de la plaga; además, el ensayo fue localizado en un área donde domina el sistema de cosecha en verde, que al parecer, indirectamente, influyó en la proliferación de la especie. Estos dos factores se consideraron importantes en la abundancia del barrenador. La acción de los parasitoides fue más marcada durante los seis primeros meses del ciclo, pero, a pesar de haber hecho liberaciones casi inundativas de los parasitoides, el parasitismo ejercido fue bajo.

Con respecto a la calidad del material biológico usado para el control del barrenador, no fue posible obtener un número de individuos adecuado de campo para compararlos con los individuos criados masivamente. Usando pupas obtenidas de laboratorios comerciales, fueron evaluados varios parámetros biológicos, con el fin de pronosticar su eficiencia en el campo. Los parámetros

fueron: el peso de los puparios, emergencia, proporción de sexos, individuos atípicos, mortalidad y progenie total y activa. Se logró establecer que entre los laboratorios de cría hubo alta variabilidad en los productos obtenidos y que el peso de los puparios influyó sobre la progenie y la actividad de sus crías, que son los parámetros más relevantes al predecir la eficiencia de las moscas en el campo. Además, se propusieron valores límites de los parámetros, emergencia, individuos atípicos, mortalidad de hembras y número de larvas inoculadas, para medir la calidad del material producido por un laboratorio.

ABSTRACT

In the sugar cane growing area of the Cauca river valley, two borer species have been registered: *Diatraea saccharalis* and *Diatraea indigenella*, and have been managed by means of two tachinid parasitoids: *Metagonystilum minense* and *Paratheresia claripalpis*. An unusual increase of borer damage was detected in 2005, the areas with high levels of incidence were diagnosed. Three factors that may have influenced this outbreak were analyzed: 1) the borers and their parasitoids distribution and composition in the Cauca river valley, 2) changes of borers and their parasitoids composition through one growing cycle, and 3) the quality of parasitoids commercially reared.

By means of periodical collecting of borers and their parasitoids in the most affected areas of the Cauca river valley, a resurgence of *D. saccharalis* was detected in the southern and central portions, where *D. indigenella* was prevalent previously, and its geographical location coincided with the presence of damage. Although all three parasitoids can develop on *D. saccharalis*, *M. minense* was more frequent, while *Jayneleskia jaynesi* was more aggressive towards *D. indigenella*.

Changes of borers and their parasitoids through one growing cycle on two varieties: CC 93 – 3826 susceptible and CC 85 – 92, resistant, were recorded. *D. saccharalis* was prevalent, in contrast with the fact that *D. indigenella* is more abundant in the southern portion, where the experiment was conducted. The presence of a susceptible variety seems to have influenced the abundance of the pest. Furthermore, this trial was located in an area where green harvest is dominant over harvest after burning the cane. These two facts considered to be important on the borer abundance. The incidence of parasitoids was higher during the first six months of the cane cycle. Although both species of parasitoids was released under an inundative approach, the levels of parasitism remained low.

In relation to the quality of mass reared *M. minense*, it was not possible to capture adequate numbers of wild individuals to be compared with mass reared individuals. Using pupae obtained from commercial suppliers, several biological parameters were evaluated to forecast their efficiency in the field. These are pupal weight, emergency, sex proportion, abnormal adults, mortality, total and active offspring. It was determined that there is variability among suppliers, and that pupal weight is related to progeny numbers and their activity, which are the most important parameters to forecast their activity in the field. In addition, limit values for each parameter were proposed to measure the quality of mass reared individuals of *M. minense*.

INTRODUCCION

El cultivo de la caña de azúcar ocupa un renglón muy importante en la economía del país. La mayor concentración del cultivo se encuentra ubicada en el valle geográfico del río Cauca, que posee las condiciones agroecológicas ideales para el desarrollo del cultivo y donde actualmente se registran aproximadamente 200.000 hectáreas dedicadas a su explotación, con una producción promedio de 127 toneladas de caña / ha.¹

La caña de azúcar, como las gramíneas en general, posee una serie de características que hacen que esta planta sea susceptible a insectos barrenadores, que, en estado larval, construyen galerías dentro de los tallos y generan pérdidas económicas. En América, las especies que revisten mayor importancia son las del género *Diatraea*²

En el valle geográfico del río Cauca, se han detectado tres especies de barrenadores del tallo: *Diatraea saccharalis* y *Diatraea indigenella* (Lepidoptera: Crambidae)³ y *Blastobasis graminea*. (Lepidoptera: Coleophoridae)⁴

El manejo de *Diatraea* spp. en el sector azucarero, se inició desde la década de los setenta con el uso de sus enemigos naturales, que lograron adaptarse a las condiciones agroecológicas de esta región⁵. La microavispa *Trichogramma exiguum*, ha sido criada en forma masiva como único exponente controlador de huevos de *Diatraea* spp.,⁶ y las moscas (Diptera: Tachinidae) *Paratheresia claripalpis* (Wulp) y *Metagonistylum minense* (Townsend), parasitoides de larvas,

¹ CENTRO DE INVESTIGACION DE LA CAÑA DE AZUCAR DE COLOMBIA, 2006. Producción de caña y azúcar en el valle del río Cauca, durante 2006. En: Carta trimestral Ene. – Mar. Cali, Cenicaña. Vol. 29 No 1. p. 31 – 40

² BOX, H. 1950. Observations of sugarcane moth borer *Diatraea saccharalis* (Fabr.) in Perú. En Congress of the international society of sugarcane technologists. Australia, 1950. Pp. 328 - 343

³ BOX, H.1956. New species and records of *Diatraea* and *Xanthopherne* (Lep: Pyralidae). Bull. En: Entomologist Research. Vol 22: 1 p. 50

⁴ ZENNER, I.; JARAMILLO, C. T. y GARCÍA, A. C., 1965. Determinación del parasitismo natural del *Diatraea* spp. en dos ingenios del valle geográfico del río Cauca. Palmira, 1965, 79p Tesis de pregrado. Universidad Nacional de Colombia. Área de entomología.

⁵ GAVIRIA, J. 1973. Importancia del control biológico del gusano barrenador de la caña de azúcar. En: I Congreso de la sociedad colombiana de entomología. Memorias. Bogotá, 1973. 12p.

⁶ DIAZ, A. E. 1995. Aspectos biológicos de *Trichogramma exiguum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) encaminados a su cría masiva. Pasto, 1995, 140 p. Tesis de grado. (Ingeniero Agrónomo) Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas. Área de entomología

criadas en forma masiva en laboratorios de algunos ingenios y productores comerciales⁷. Además de las especies criadas, existe en la zona la mosca nativa *Jayneleskia jaynesi*, que ejerce control natural sobre poblaciones de *Diatraea* spp., a pesar de no haberse podido criar bajo condiciones de laboratorio⁸.

Desde que se iniciaron las liberaciones de enemigos naturales hasta el año 2001, las poblaciones del barrenador habían reducido paulatinamente hasta permanecer por debajo del índice de daño económico⁹. A partir del año 2003, se notó un incremento considerable en las poblaciones de *Diatraea* spp. en la estación experimental de Cenicaña y en la zona sur del valle geográfico del río Cauca, y se optó, por llevar a cabo liberaciones intensivas de insectos benéficos, pero las poblaciones del barrenador siguieron siendo altas. Además, se encontró la especie *D. saccharalis* en cantidades similares o superiores a las registradas para *D. indigenella*, que señalaba un posible cambio en las tendencias de la composición del barrenador en estas áreas¹⁰.

En el año 2005, se realizó un diagnóstico de la situación de este barrenador en todo el sector azucarero que permitió detectar una zona donde la plaga había ejercido mayor presión y causó hasta del 16% de los entrenudos afectados (intensidad de infestación)¹¹. Este valor es muy alto si se considera que, según Raigosa y Escobar (1982)¹², a partir del 5% de entrenudos afectados se presentan pérdidas económicas. Posteriormente, en el año 2006 nuevamente se hizo un seguimiento de daño y a pesar de que hubo menor intensidad de daño, la zona afectada conservó el mismo foco encontrado el año anterior¹³.

⁷ GOMEZ, L. A. 1989. El *Diatraea* y la industria azucarera en el Valle del Cauca. En: Carta trimestral – año 11 No 2, Abril – Junio. Cali: Cenicaña, 1989

⁸ CENICAÑA. 1994. Informe anual 1994. En: Programa de Variedades. Entomología: Cría masiva de *Jayneleskia jaynesi*. Cali: Cenicaña, 1994. p 430 – 434

⁹ GOMEZ L. A. y LASTRA, L.A. 2001. Los barrenadores de la caña de azúcar. Su manejo y control. Cali: Cenicaña, 2001. 45p

¹⁰ GOMEZ, L. A. 2004. Alta incidencia de *Diatraea* en la estación experimental de Cenicaña y en áreas de los ingenios azucareros. Cali: Cenicaña 2005. 6 p. (Documento de trabajo No 539)

¹¹ VARGAS, G.; OBANDO, V. y GOMEZ, L. A. 2005. Diagnóstico de la situación de *Diatraea* spp. en el Valle del río Cauca. En: Carta trimestral Jul – Dic. Cali: Cenicaña, 2005. Vol. 27 No 3-4 . p. 27 - 31

¹² RAIGOSA, J., y ESCOBAR, J. 1982. Índices para la evaluación del control de plagas caso del *Diatraea saccharalis* (Fabricius) en caña de azúcar. En: I Curso internacional de control integrado para el grupo andino. Palmira, 1982. 80p

¹³ GOMEZ, L. A. y CADENA, P. 2007. Diagnóstico de la situación de *Diatraea* spp. en el Valle del río Cauca, segundo año. En: Carta trimestral Ene. – Mar. Cali: Cenicaña. Vol. 29 No 1. p. 27 - 30

De acuerdo con lo anterior y con el fin de encontrar soluciones prontas para regular las poblaciones del barrenador, se hizo necesario conocer el comportamiento actual de las especies de *Diatraea* y de sus parasitoides.

Teniendo en cuenta que la composición de especies de *Diatraea* en el valle del río Cauca se ve afectada según la zona geográfica¹⁴ y según la edad de la caña¹⁵, es preciso actualizar la información referente a la dinámica de poblaciones del barrenador y de sus controladores biológicos, específicamente en las zonas afectadas. Además, se consideró pertinente verificar la eficacia de los parasitoides más usados en la zona, que son individuos criados en laboratorio, a través de la evaluación de índices de calidad que permitan prever su acción al ser liberados en el campo.

Por lo tanto, los objetivos abordados en el desarrollo del presente trabajo fueron:

- Establecer la composición y la distribución geográfica de las especies de *Diatraea* y de sus parasitoides (Diptera: Tachinidae) en la zona de mayor presión de la plaga del valle del río Cauca
- Detectar la fluctuación de la población de las dos especies de *Diatraea* y de sus parasitoides en función del desarrollo del cultivo.
- Establecer parámetros que permitan controlar la calidad de *Metagonistylum minense* uno de los parasitoides criados masivamente, como una condición necesaria para pronosticar su eficacia en el control de *Diatraea* spp.

¹⁴ TREJOS, A. y LONDOÑO, F. 1985. Distribución de las especies de *Diatraea* (Lepidoptera: Pyralidae) en caña de azúcar (*Saccharum* spp.) en el valle geográfico del río Cauca y algunas observaciones sobre su parasitismo. Palmira, 1985, 83p. Tesis de pregrado. Universidad Nacional de Colombia. Área de entomología.

¹⁵ MUÑOZ, C y PRIETO, L. E. Dinámica de poblaciones de los barrenadores *Diatraea* spp. y *Valentia* sp; en caña de azúcar, *Saccharum officinarum* L. e identificación de parasitoides en la zona centro del Valle del Cauca. Palmira, 1995, 73p. Tesis de pregrado. (Ingeniería Agronómica) Universidad Nacional de Colombia. Área de entomología

1. MARCO TEÓRICO

1.1 GENERALIDADES *Diatraea* spp.

Ubicación taxonómica

Las especies de *Diatraea* del valle del río Cauca se encuentran clasificadas taxonómicamente así:

ORDEN: LEPIDOPTERA
SUBORDEN: HERETOCERA
FAMILIA: CRAMBIDAE*
SUBFAMILIA: CRAMBINAE
GENERO: *Diatraea*
ESPECIES: *D. saccharalis* (Fabricius)
D. indigenella (Dyar y Heinrich)

Algunas especies del género *Diatraea* son la plaga más importante de la caña de azúcar en América¹⁶. En el valle geográfico del río Cauca, se han registrado dos especies de *Diatraea*: *D. saccharalis* y *D. indigenella*. La primera es la especie de mayor distribución en América, y ha sido registrada desde el sur de los Estados Unidos hasta Argentina¹⁷ y la segunda es una especie del sur occidente colombiano. Así mismo, hay otras especies de *Diatraea* que se localizan en zonas cañeras específicas¹⁸.

D. indigenella fue descrita por Dyar y Heinrich en 1927, utilizando larvas recolectadas en Popayán (Cauca)¹⁹. Box, en 1956,²⁰ la encontró atacando caña

* Antes incluida como subfamilia dentro de Pyralidae

¹⁶ Box, H. 1950. Op. Cit. p. 328

GAVIRIA, J. 1971. Campaña biológica del *Diatraea saccharalis* Fabr. mediante cría y propagación de sus enemigos naturales y el combate de otras plagas en el ingenio Riopaila. (Valle – Colombia) 1971. Informe No 1 (Mimeografiado)

¹⁷ BOX, H. 1927. Apuntes preliminares respecto al descubrimiento de algunos parásitos de huevos de *D. saccharalis* (F) en Tucumán. En. Rev. Industrial y agrícola de Tucumán. Vol 18 p 53 – 60.

¹⁸ Box, H. 1956. Op. Cit. p. 50

¹⁹ BLESZYNSKI, S. 1969. The taxonomy of the Cambrine moth borer of sugar cane En: Williams, J. R. *et al.* Pets of sugar cane. Elsevier. Amsterdam – London. p 25

²⁰ Box, H. 1956. Op. Cit. p. 50

en Palmira (Valle del Cauca) junto con una abundante población de *D. saccharalis*; en la actualidad, esta especie es común en la zona centro y sur del Valle del Cauca, pero también se ha encontrado en Chocó, y Díaz (1995)²¹ la registró en Nariño.

Los adultos de *Diatraea* spp. son polillas de hábito nocturno que depositan sus huevos sobre las hojas de la caña. Inmediatamente salen de los huevos, las larvas se aposentan entre el tallo y la base de la hoja, en donde roen las superficies para luego hacer una perforación y penetrar en él. A medida que la larva crece origina túneles dentro del tallo, que terminan por teñirse de rojo como consecuencia de la invasión secundaria de microorganismos saprófitos que inician la descomposición de los tejidos²².

1.2 MORFOLOGÍA Y BIOLOGÍA DE *Diatraea* spp.

1.2.1 Morfología.

La identificación de los insectos se basa por lo general en los caracteres morfológicos externos. Linares, F. y Bastidas, R, (1996)²³ elaboraron una descripción de la morfología externa, desde la fase de huevo hasta la de adulto y, además, de la genitalia interna de las especies de *Diatraea* que habitan en Venezuela y Brasil, (*D. saccharalis*, *D. busckella*, *D. rosa*, *D. impersonatella* y *D. centrella*). Con base en esta, crearon unas claves para larvas y adultos como forma práctica para identificar las especies estudiadas.

D. saccharalis y *D. indigenella*, especies registradas en el valle del río Cauca, fueron estudiadas y diferenciadas a través de morfología externa por Pastrana (1991)²⁴. A continuación se presenta la descripción de los diferentes estados, según esta autora:

Huevos: Las dos especies ponen sus huevos en masa (Fig. 1). Los huevos de *D. indigenella* son de mayor tamaño y el número de huevos por masa es menor que en el caso de *D. saccharalis*. A medida que el embrión se desarrolla las posturas presentan manchas rojizas para *D. indigenella* y naranja para *D. saccharalis*.

²¹ DIAZ, A. E. 1995. Op. Cit. p. 86

²² BOX, H. 1950. Op. Cit. p. 330

BOX, H. 1956. Op. Cit. p. 50

²³ LINARES, F y BASTIDAS, R. 1996. Descripción comparativa del género *Diatraea* Guilding (Lepidoptera: Pyralidae) que atacan la caña de azúcar en Venezuela. Yaracuy, Venezuela: FONIAP. Serie a No 11. 92p

²⁴ PASTRANA, C. 1991. Determinación del ciclo de vida de *Diatraea saccharalis* y *Diatraea indigenella* bajo varios regímenes alimenticios y su comparación morfológica. Palmira, 1991, 98p Tesis de pregrado. Universidad Nacional de Colombia. Área de entomología.

Figura.1 Huevos de *Diatraea* spp



Foto: Genicaña, 2007

Larvas: No hay una característica morfológica que permita diagnosticar claramente, si la larva pertenece a una especie u otra. Sin embargo, a través de la experiencia, se pueden usar características como el color y el grado de contraste de las placas setales, siendo las de *D. saccharalis* brillantes y mas definidas que las de *D. indigenilla*, para una aproximación de la diferenciación. Esto es particularmente útil cuando las larvas están parasitadas y no llegan hasta el estado de pupa para ser diferenciadas. (Fig. 2)

Figura. 2 Larvas de *Diatraea*: A. *D. saccharalis*, B. *D. indigenella*

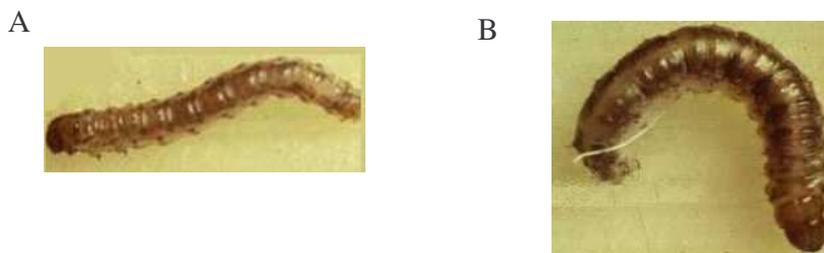


Foto: Genicaña, 2007

Pupas: Es en este estado en donde se han detectado características morfológicas que permiten hacer una clara diferenciación entre las dos especies. *D. indigenella* sólo a partir del sexto segmento abdominal presenta corrugaciones bien definidas en su parte dorsal, en tanto que, *D. saccharalis* las presenta en todo el dorso. Por otro lado, las proyecciones anteriores en forma de cuernos del fronto, en *D. indigenella* son redondeadas, mientras que, en las de *D. saccharalis* son puntiagudas. (Fig. 3)

Figura. 3 Pupas de *Diatraea*: A. *D. saccharalis*. B. *D. indigenella*

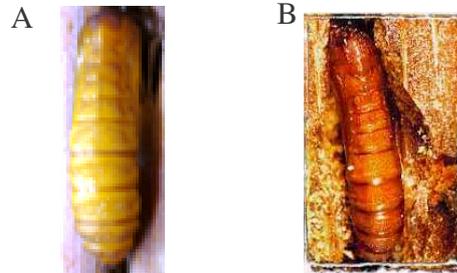


Foto: P. Cadena, 2007

Adultos: Los adultos de *D. indigenella* presentan mayor tamaño y coloración más oscura (Fig. 4). Para hacer una separación entre las dos especies sin recurrir a la genitalia de los machos, existe una característica en el fronto de los adultos. Para distinguirla, es necesario limpiar las escamas mediante un pincel fino y observar que el fronto de *D. indigenella* es marcadamente cónico, en tanto que esta protuberancia no existe en el fronto de *D. saccharalis*.

Figura. 4 Adultos de *Diatraea*: A. *D. saccharalis*. B. *D. indigenella*

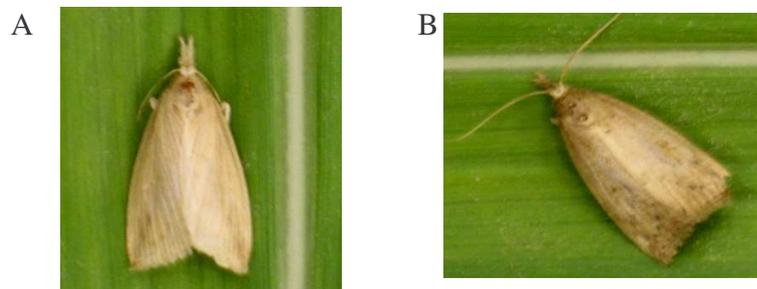


Foto: V. Obando, 2007

1.2.2 Biología

Bajo condiciones de laboratorio, a una temperatura de 25 ± 1 °C y 75 ± 2 % de humedad relativa, Pastrana (1991)²⁵ determinó que la duración del ciclo de vida de

²⁵ PASTRANA, C. 1991. Op. Cit. p83

las especies de *Diatraea* en el valle geográfico del río Cauca, varía según el régimen alimenticio. Utilizando caña como dieta, concluyó que, la duración en días *D. indigenella* es mayor que *D. saccharalis*, y teniendo en cuenta que el daño ocasionado por la plaga es en estado de larva, se considera que, *D. indigenella* podría ser más nocivo para el cultivo por presentar una mayor duración en este estado, (Cuadro 1), pero, de acuerdo con el número de generaciones que se pueden presentar por ciclo del cultivo, habría más poblaciones de *D. saccharalis*.

Cuadro 1. Biología de las especies *D. saccharalis* y *D. indigenella*

Estado	Duración en días (X)	
	<i>D. saccharalis</i>	<i>D. indigenella</i>
Huevo	6	7
Larva	23.1	38.5
Pupa	6.9	10.9
Adulto	5.8	3.3
TOTAL	41.8	59.7

Fuente: Pastrana, 1991

Bajo condiciones de campo, Araujo, Bothelo y Gaspari (1982), citados por Trujillo y Urbano (1989)²⁶, encontraron, referente al ciclo biológico, que la viabilidad de los huevos de *D. saccharalis* fue de 80%, su periodo de incubación es de 8 días, la duración del estado larval fue de 84 días, el estado pupal es de 11 días y el estado de adulto es de aproximadamente 5 días, para una duración total de 109 días

1.3 DAÑO CAUSADO POR *Diatraea* spp.

Metcalfe (1969)²⁷ sostiene que *Diatraea* spp. es un insecto que puede causar daño en todos los estados de desarrollo del cultivo. Dependiendo de esto, el daño y las pérdidas pueden manifestarse de manera diferente.

Hasta los tres meses de edad, antes de que los tallos formen entrenudos, *Diatraea* spp. causa en la planta un síntoma denominado “corazón muerto” o

²⁶ TRUJILLO, D. y URBANO, F. 1989. Efecto del uso de dietas artificiales sobre la cría de *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Pyralidae) y sus parasitoides *Paratheresia claripalpis* (Van Der Wulp) y *Metagonistylum minense* (Towsend) (Diptera: Tachinidae), Palmira, 1989, 93p. Tesis de pregrado. Universidad Nacional de Colombia. Área de entomología.

²⁷ METCALFE, J. R. 1969. The estimation of loss caused by sugarcane. En: Williams, J. R. *et al.* Pets of sugar cane. Amsterdam – London: Elsevier. p. 61-79

muerte del cogollo (Fig. 5). Pantoja, Londoño y Gómez (1994)²⁸ afirman que se pueden presentar 3 casos si sucede el ataque al cogollo de la planta: 1) la larva puede atacar directamente el meristemo apical y, por consiguiente, la muerte inmediata del brote; 2) la larva puede atacar por encima del meristemo apical y el brote sobrevive más tiempo pero por efectos de pudrición el brote muere; y 3) si no se da la pudrición, el brote puede recuperarse y seguir creciendo normalmente.

Figura. 5 Corazón muerto o cogollo muerto.



Foto: Cenicaña, 2006

Cuando en la caña se forman los entrenudos, las larvas de *Diatraea* spp., a partir del tercer instar, penetran dentro del tallo y empiezan a barrenarlo alimentándose de él hasta completar su ciclo biológico y convertirse en adultos. En muchas ocasiones barrenan más de un entrenudo y la galería que forman se caracteriza por mantener el excremento del insecto y por una coloración rojiza (muermo rojo), que se forma por la invasión de patógenos asociados con la presencia del hongo *Colletotrichum falcatum*. (Fig.6)²⁹

²⁸ PANTOJA, J. L., LONDOÑO, F. GOMEZ, L. A. 1994. Evaluación del efecto de corazones muertos por *Elasmopalpus lignosellus* Zeller y otros barrenadores del tallo de la caña de azúcar en el Valle del Cauca. En: International sugar journal. Vol. 96 No 1147. pp 232 – 236.

²⁹ Box, H. 1950 Op. Cit. p50

Figura. 6 Entrenudos barrenados por *Diatraea* spp



Foto: P. Cadena, 2007

Otra especie que actúa como barrenadora, que aunque no es una especie cercana taxonómicamente, actúa de forma muy similar a como lo hacen las larvas jóvenes de *Diatraea* spp. (Fig.7) Se trata de *Blastobasis graminea* especie detectada por primera vez en el Valle del Cauca por Zenner *et al*³⁰

Figura. 7 A. larva de *Blastobasis graminea* B. daño en el tallo por *B. graminea*

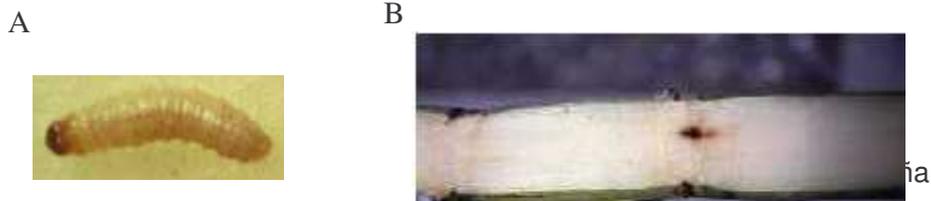


Foto: Cenicaña, 2005

1.4 PÉRDIDAS CAUSADAS POR *Diatraea* spp.

Cuando el barrenador ataca la caña en semillero, se pueden presentar pérdidas económicas. Cenicaña (1988)³¹, en el ingenio Pichichí, realizó un ensayo para caracterizar el efecto sobre germinación en semilleros de caña atacadas por *Diatraea* spp. La evaluación mostró que la germinación de la semilla atacada por *Diatraea* spp, fue 50% menor que la de las semillas sanas.

³⁰ ZENNER, I.; JARAMILLO, C. T. y GARCÍA, A. C., 1965. Op. Cit. p47

³¹ CENICAÑA, 1988. Informe anual 1988. En: Programa de Variedades - Entomología: Estudios sobre el efecto del daño causado por *Diatraea* en semilla vegetativa. Tomo II. Cali: Cenicaña, 1988. p 228 – 231

En cuanto al contenido de azúcar, Raigosa y Escobar (1982)³² encontraron que en promedio causan pérdidas de 0.03% por cada unidad porcentual de entrenudos barrenados y determinaron que a partir de 5% de entrenudos barrenados se considera como punto de partida de daño económico

En lo referente al tonelaje, Gómez (1990)³³ determinó que el perjuicio económico que causa *Diatraea spp.*, en el valle del río Cauca, es tal que hay una disminución en el peso de la caña cosechada que varía entre 0.5 y 1.0% por cada unidad porcentual de daño. Asumiendo una producción de 120 toneladas de caña/ha con un rendimiento de 11%, las pérdidas de azúcar por cada unidad de infestación varían entre 66 y 132 kg. de azúcar/ha.

Para actualizar la información que se tenía en lo referente a las pérdidas causadas por *Diatraea spp.*, Cenicaña (2006)³⁴, junto con el ingenio Mayagüez, desarrollaron un ensayo utilizando una variedad susceptible, una intermedia y una resistente al ataque de *Diatraea spp.* En esta evaluación se encontró que el daño del barrenador nuevamente se manifestó en la disminución del peso de la caña, igual a lo expuesto en 1990, no obstante, los valores obtenidos fueron superiores a los encontrados en el pasado, puesto que, la disminución en el tonelaje cosechado fue de 0.88 para la variedad resistente, 0.81 para la variedad intermedia y 0.78 para la susceptible, siendo el promedio de esta estimación 0.826 por cada unidad porcentual de daño. Aunque se evaluó si el daño de *Diatraea spp.* causaba pérdidas en cuanto a contenido de sacarosa, brix y fibra, no se detectaron diferencias significativas entre las pruebas realizadas.

1.5 MUESTREO DE DAÑO EN CAMPO

El muestreo de daño de *Diatraea spp.*, se realiza de dos formas de acuerdo con la época de ataque. Cuando el barrenador ataca la caña en periodo de germinación causando cogollos muertos, la evaluación se hace determinando el porcentaje de

³² RAIGOSA, J.,y ESCOBAR, J. 1982. Op. Cit. 80p

³³ Gómez, L. A. 1990. Evaluación de la época crítica de ataque y las pérdidas ocasionadas por *Diatraea saccharalis* bajo condiciones de infestación artificial En: Congreso de la asociación colombiana de técnicos azucareros de la caña de azúcar en Colombia. X seminario sobre la mecanización de la caña de azúcar. Cali: Tecnicaña, 1990. p 229 – 236

³⁴ CENICAÑA, 2006. Análisis de algunos componentes de manejo para el brote de *Diatraea spp.*: Estimación de pérdidas causadas por *Diatraea spp.* En: Informe trimestral del programa de Variedades Octubre – Noviembre – Diciembre. Cali: Cenicaña, 2006 80p (Informe interno de trabajo del programa de variedades)

estos medido en un recorrido de 10 metros a lo largo de un surco, en varios puntos del campo evaluado.³⁵.

Cuando el tallo tiene entrenudos formados, es decir, aproximadamente desde el cuarto mes después de la germinación, para las condiciones del valle geográfico del río Cauca, Vargas y Gómez (2005)³⁶ recomiendan evaluar tallos enteros tomados en el campo al azar y rajar cada tallo por las dos caras, del lado donde se encuentran las yemas, para lograr una estimación más precisa del daño. En cada tallo se cuenta el total de entrenudos y los entrenudos barrenados y se calcula el porcentaje de entrenudos barrenados ó intensidad de infestación (I.I).

$$\% \text{ de entrenudos barrenados (I.I)} = \frac{\text{entrenudos barrenados}}{\text{total de entrenudos}} \times 100$$

Vargas y Gómez (2005)³⁷ también proponen evaluar el daño en el momento de la cosecha, tomando 100 tallos enteros de las chorras (arrume en hileras de la caña cuando se está cosechando manualmente), para medir el porcentaje de entrenudos barrenados por *Diatraea* spp. Con este método se estima el estado en el que se encuentra la zona, además, facilita el desplazamiento de los trabajadores y asegura una mejor distribución en el muestreo.

1.6 EL *Diatraea* spp. EN EL VALLE GEOGRÁFICO DEL RÍO CAUCA

1.6.1 Composición de especies de *Diatraea* desde 1983 – 1996

La información relativa a la evolución de la composición de especies en el valle del río Cauca no ha sido continua. En el año de 1983, Raigosa³⁸, en el ingenio Providencia (zona centro del Valle del Cauca), por primera vez detectó la abundancia de *D. indigenella* con respecto a *D. saccharalis*. Aunque desde 1956 se conocía de la presencia de las dos especies en el valle del río Cauca, fue desde este momento que se empezó a distinguir y cuantificar su abundancia mediante la recolección de larvas³⁹.

³⁵ GAVIRIA, J. 1981. Métodos para valorar los principales insectos dañinos y benéficos en el cultivo de caña de azúcar. Cali: Ingenio Riopaila, 1981. 12 p.

SALAZAR, J. 2005. Taladradores o barrenadores de la caña de azúcar *Diatraea* spp. en Venezuela. <http://www.plagas-agricolas.info.ve/fichas/ficha.php?id=243>

³⁶ VARGAS, G. y GOMEZ, L. A. 2005. Evaluación del daño causado por *Diatraea* spp. en caña de azúcar y su manejo en el Valle del río Cauca. En: Serie divulgativa No 9. Cali: Cenicaña. 2005. 6 p

³⁷ VARGAS, G. y GOMEZ, L. A. 2005. Op. Cit.. 8 p

³⁸ RAIGOSA, J.y ESCOBAR, J. 1982. Op. Cit. 80p

³⁹ GOMEZ, L. A. 1989. Op. Cit.

El primer trabajo para determinar la abundancia de las dos especies en el valle del río Cauca lo realizaron Trejos y Londoño en 1984⁴⁰ y concluyeron que, en ese año, en la zona norte (ingenio Riopaila), solo *D. saccharalis* estaba presente. En las zonas centro (ingenio Providencia) y sur (Ingenio Mayagüez), la captura reveló la presencia de las dos especies. En la zona sur hubo predominio de *D. saccharalis*, pero, en la zona centro la proporción de las dos especies fue equilibrada en promedio, aunque, ligeramente superior la de *D. indigenella*. (Fig.8)

Luego, a través de la recolección de larvas del barrenador para cría masiva de sus parasitoides, Raigosa, en el ingenio Providencia, llevó a cabo un estudio más puntual acerca de los cambios poblacionales de las especies de barrenadores desde 1983 hasta 1988. En este estudio encontró que *D. saccharalis* fue desplazada gradualmente por *D. indigenella*, hasta un predominio total de esta última, en la zona considerada⁴¹.

Finalmente, en los ingenios azucareros se realizaron recolecciones periódicas de individuos, desde el año 1991 hasta el año 1996, y, mediante la ilustración de estos registros, se detectó que *D. saccharalis* fue la única especie recolectada en la zona norte (ingenios Riopaila y Risaralda). En las zonas centro (ingenios Manuelita y Providencia) y sur (Incauca y Mayagüez) a partir de 1993 solo se recolectó *D. indigenella*. (Fig. 8)⁴².

A partir de 1997, los ingenios dejaron de recolectar larvas del barrenador en el campo, por ser una labor muy costosa y por que ya se producían larvas de *D. saccharalis*, en forma regular, para la producción masiva de las moscas

⁴⁰ TREJOS, A. y LONDOÑO, F. 1985. Op. Cit.

⁴¹ GOMEZ, L. A. 1989. Op. Cit.

⁴² CENICAÑA, 1991. Evaluación de intensidad de infestación por *Diatraea* spp. y determinación del parasitismo natural. En: Comité de control biológico. Acta 006 EESA. Cali: Cenicaña, 1991. p 1 -7

CENICAÑA. 1992. Proporción de especies de *Diatraea* y de sus parasitoides, en los ingenios azucareros. En: Comité de control biológico. Acta 002 Incauca. Cali: Cenicaña, 1992. p 1 – 5.

CENICAÑA. 1995. Proporción de especies de *Diatraea*, en el valle del río Cauca y determinación del parasitismo natural en campo. En: Comité de control biológico. Acta 003 EESA. Cali: Cenicaña, 1995 p 1 - 5

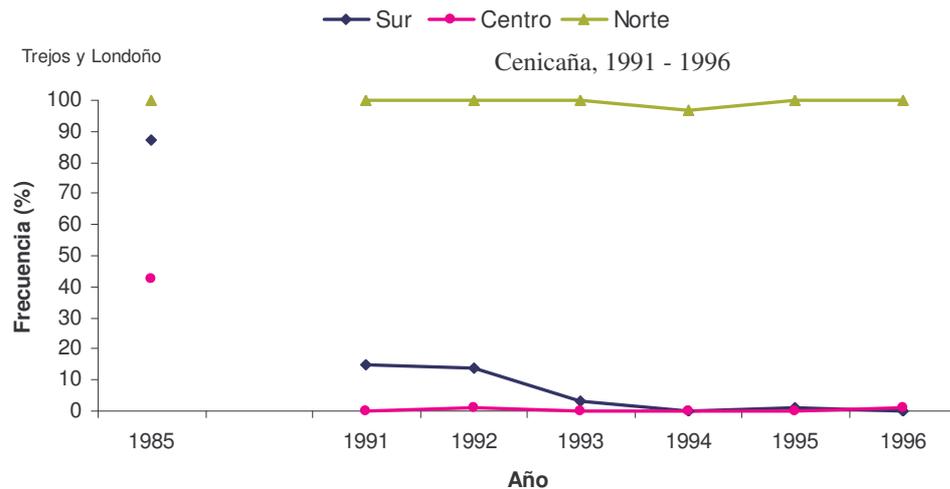
CENICAÑA, 1996. Informe de barrenadores 1994 y 1995. En: Comité de control biológico. Acta 002 EESA. Cali: Cenicaña, 1996. p 1 - 6

CENICAÑA, 1997. Barrenadores en el valle del río Cauca en el año 1995. Comité de control biológico. Acta 001 EESA. Cali: Cenicaña, 1997. p 1 – 6.

CENICAÑA, 1997. Barrenadores en el valle del río Cauca en el año 1996. En: Comité de control biológico. Acta 003 EESA. Cali: Cenicaña, 1997. p 1 -10

taquínidas, y como consecuencia, se dejó de registrar la composición de especies del barrenador en los campos de caña.⁴³

Figura. 8 Composición de *D. saccharalis* en el valle geográfico del río Cauca en 1985, 1991 - 1996.



Fuente: TREJOS, A. y LONDOÑO, F. 1985; Cenicaña, 1991 - 1997

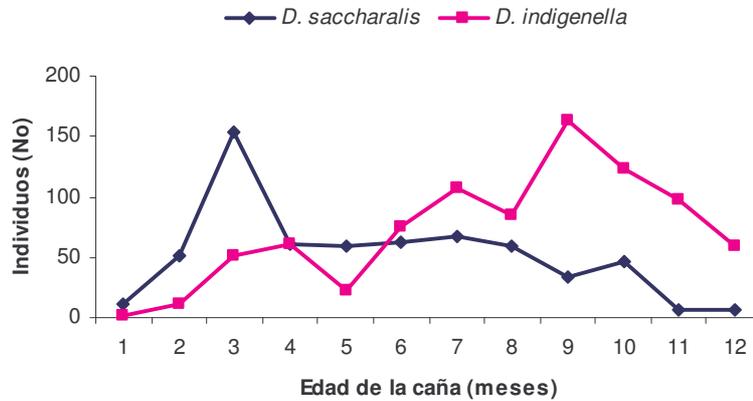
1.6.2 Comportamiento poblacional de *Diatraea* spp. en función del desarrollo del cultivo

Trejos y Londoño (1985)⁴⁴, para determinar proporción y parasitismo de la especie de *Diatraea*, recolectaron larvas mensualmente, durante un ciclo de cultivo, en tres haciendas del ingenio Providencia, zona centro del valle del río Cauca. En este muestreo, determinaron que hay un comportamiento de cada especie según la edad de la caña, *D. saccharalis* disminuyó sus poblaciones a medida que incrementó la edad del cultivo y *D. indigenella* incrementó sus poblaciones a partir de la segunda mitad de desarrollo del cultivo (Fig. 9)

⁴³ ENTREVISTA con Luís Antonio Gómez, Entomólogo de Cenicaña, Cali, 4 septiembre de 2006

⁴⁴ TREJOS, A. y LONDOÑO, F. 1985. Op. Cit. p76

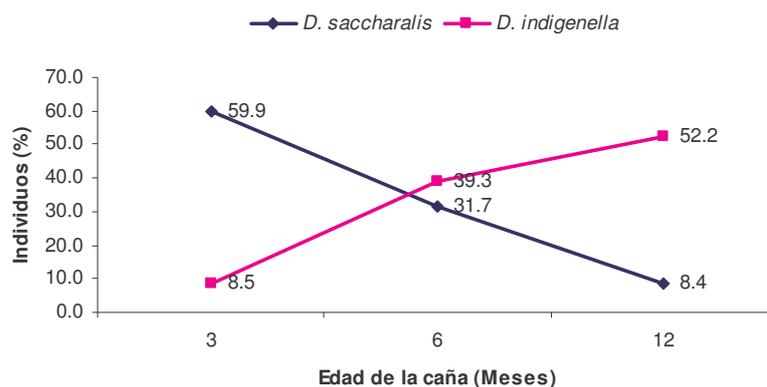
Figura. 9 Comportamiento de las especies de *Diatraea* en función de la edad de la caña, ingenio Providencia, haciendas La Paz, San Jerónimo y Marsella



Fuente: TREJOS, A. y LONDOÑO, F. 1985

Así mismo, en el ingenio Pichichí, ubicado en un área límite entre las zonas norte y centro del Valle del Cauca, se llevó a cabo un estudio de variación poblacional de los barrenadores, teniendo en cuenta que allí estaban localizadas las dos especies de *Diatraea*⁴⁵. Allí se encontró que la preferencia de las especies según el estado de desarrollo del cultivo fue similar a la reportada por Trejos y Londoño en 1985 (Fig. 10)

Fig. 10. Comportamiento de las especies de *Diatraea* en función de la edad de la caña. Ingenio Pichichí, 1995



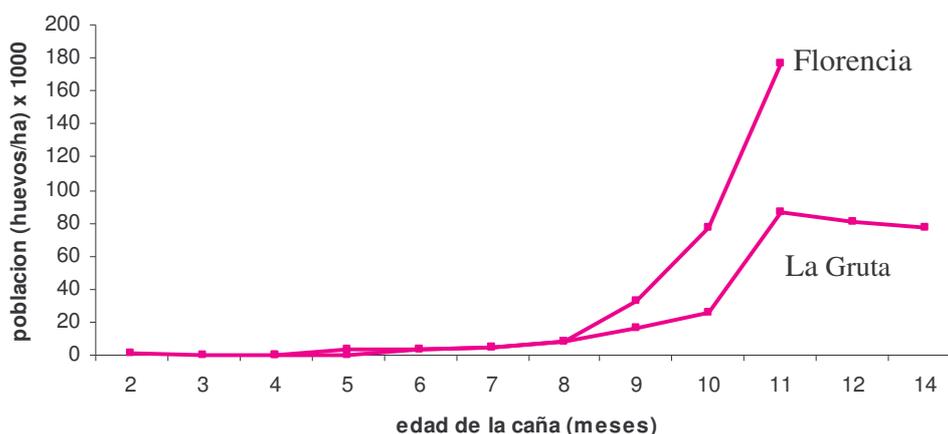
Fuente: MUÑOZ, C y PRIETO, L. E. 1995.

⁴⁵ MUÑOZ, C. y PRIETO, L. E. 1995. Op. Cit. p 57

Estos estudios sugirieron que las dos especies aunque comparten el mismo espacio, no comparten el mismo nicho y tienden a excluirse.

En el año 1990, Gómez⁴⁶ en Incauca (zona sur del valle del río Cauca), analizó la dinámica de la población de huevos de *D. indigenella*, desde los dos meses de edad de la caña hasta la cosecha y, concluyó que, durante las primeras etapas de desarrollo de la caña no se encontraron huevos y tan sólo aparecieron a partir del séptimo mes de edad de la caña, luego vino un momento en el cual comenzó a crecer su población. (Fig. 11). Este hecho se ajustó a lo encontrado por Trejos y Londoño en 1985, y Muñoz y Prieto en 1995 para la especie *D. indigenella*.

Figura. 11 Comportamiento de *D. indigenella* en función de la edad de la caña, haciendas Florencia y la Gruta. Incauca.



Fuente: GÓMEZ, L. A. 1990

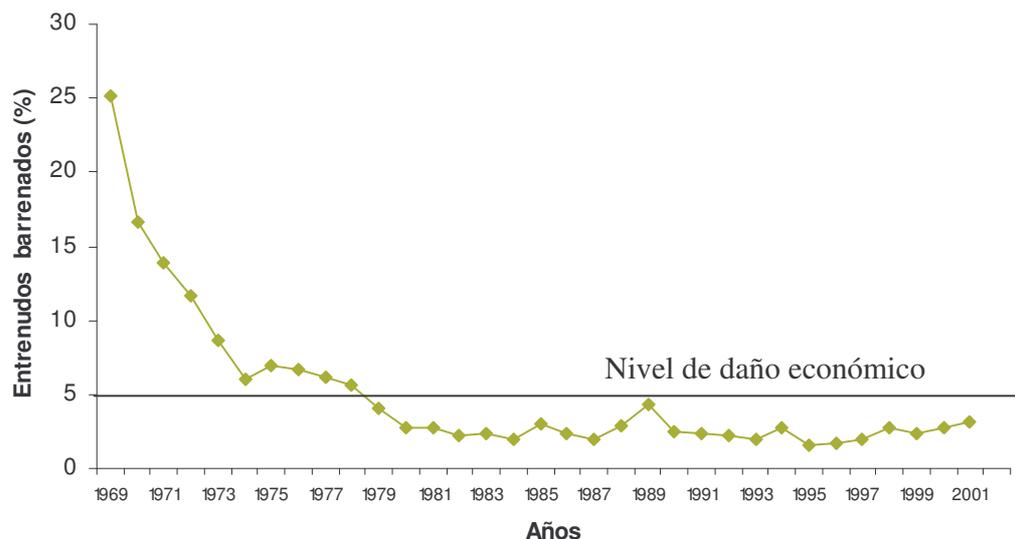
1.6.3 Fluctuación de daño de *Diatraea* spp. desde 1969- 2006.

Durante los primeros años de la década de los setenta, se estableció el uso del control biológico para el manejo de *Diatraea* spp., mediante la liberación de parasitoides. A partir de ese momento se empezó a notar una disminución progresiva en los valores de intensidad de daño causado por *Diatraea* spp. a través de los años. Desde 1969 y hasta el 2001, los valores de intensidad de

⁴⁶ GÓMEZ, L. A. 1990. Efecto de las liberaciones comerciales de *Trichogramma* sp. para el manejo de *Diatraea* spp. en caña de azúcar. En: Carta trimestral – año No Octubre - Diciembre. 1990. Cali: Genicaña, 1990. p 3- 7

infestación fueron disminuyendo y a partir de 1979, se mantuvieron por debajo del 5%, valor considerado como umbral de daño económico. (Fig. 12)⁴⁷.

Figura. 12 Fluctuación de daño de *Diatraea* spp. en el valle del río Cauca



Fuente: GÓMEZ, L. A. y LASTRA, L. A. 2001

Sin embargo, evaluaciones efectuadas en 2003 en la estación experimental San Antonio de los Caballeros y en los alrededores del Ingenio Mayagüez (zona sur del Valle del Cauca), mostraron un incremento considerable del daño ocasionado por *Diatraea* spp.; además, se notó un incremento de las poblaciones de *D. saccharalis* con respecto a *D. indigenella*, especie que predominaba ampliamente en la zona⁴⁸. Este hecho se convirtió en la voz de alarma ante la situación de *Diatraea* spp, por lo que iniciaron algunas labores para determinar, en una zona mas amplia, el daño causado por la plaga

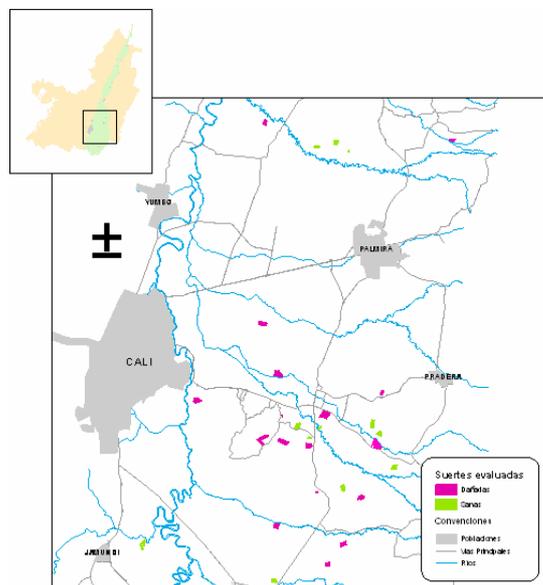
En el año 2004, se realizó un sondeo del daño del barrenador en la zona sur del valle del río Cauca. La información recolectada demostró que en la zona habían aumentado los valores del daño causado por *Diatraea* spp.: de 26 campos evaluados 17 estuvieron afectados, es decir, con valores superiores al 5%.(Fig. 13)⁴⁹.

⁴⁷ GÓMEZ, L. A. y LASTRA, L. A. 2001 Op. Cit. p 46

⁴⁸ GOMEZ, L. A. 2004. Op. Cit. p4

⁴⁹ Ibid., p6

Figura. 13 Situación de *Diatraea* spp. en la zona sur 2004.



Fuente: GOMEZ, L. A. 2004.

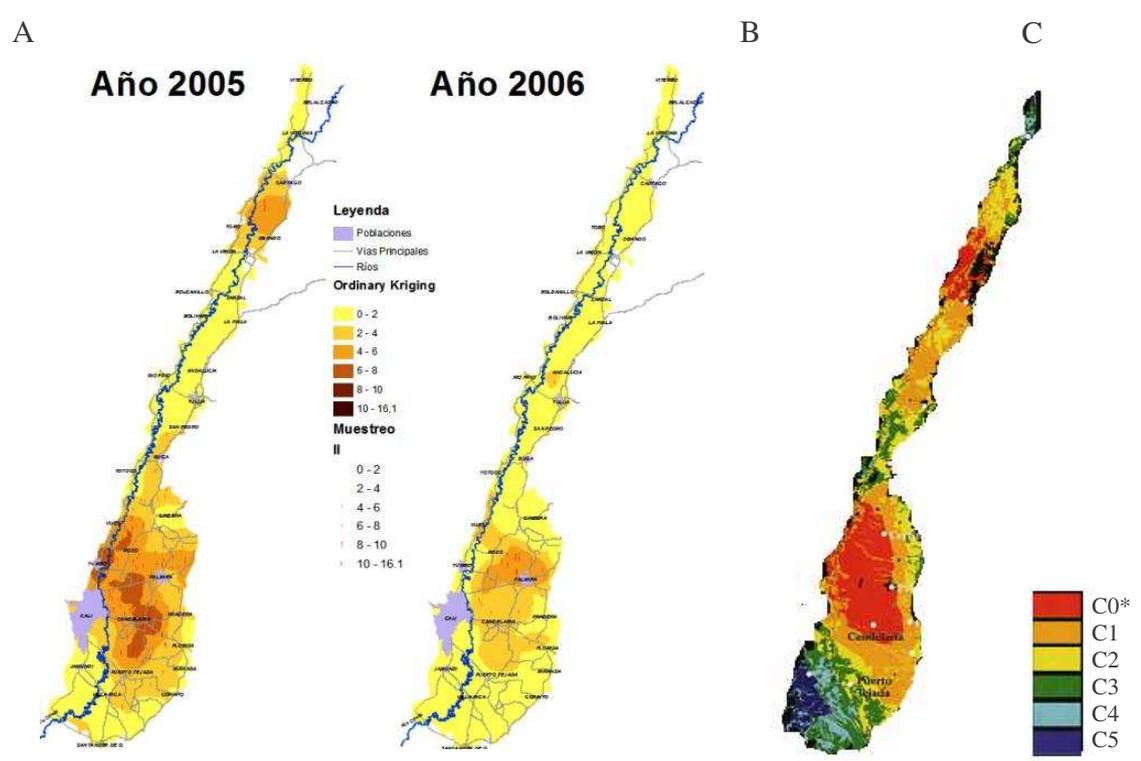
En consecuencia, en el 2005 en conjunto con los ingenios azucareros, se llevó a cabo un diagnóstico del daño causado por el barrenador en todo el sector azucarero, y se detectaron las zonas donde la plaga estaba ejerciendo mayor presión. En la zona sur, se presentaron valores que llegaron hasta el 16% de entrenudos barrenados, principalmente, en el ingenio Mayagüez. En la zona centro, los ingenios Manuelita y Central Tumaco presentaron valores similares a los de la zona sur en algunos de sus campos, y en la zona norte, solo se detectó un sector reducido donde la plaga causó niveles de daño cercanos a 4% de los entrenudos barrenados, entre los municipios de Cartago y Obando (zona RUT), pero en menor grado con respecto a las otras dos zonas. (Fig. 14a)⁵⁰. Además, se observó que hubo una similitud entre la distribución geográfica de daño de *Diatraea* spp. con los grupos de humedad establecidos en la zonificación agroecológica del valle del río Cauca, siendo las zonas más secas y de permeabilidad del suelo media alta (C0) las de mayor presión de la plaga. Sin embargo, se consideró que este hecho por sí solo no explica la causa del brote, por lo tanto se vio necesario estudiar otras causas que pudieron influir en los incrementos de daño. (Fig. 14c)⁵¹

⁵⁰ VARGAS, G.; OBANDO, V. y GOMEZ, L. A. 2005. Op. Cit. p. 27 - 31

⁵¹ Ibid. p. 27 - 31

Luego, con el fin de hacer un seguimiento de la evolución del brote detectado, en el año 2006, nuevamente se recolectó información sobre la distribución e intensidad de daño causado por *Diatraea* spp. En este, se encontró que los focos de la plaga se mantuvieron en la misma zona, pero presentaron menor intensidad de daño. (Fig. 14b)⁵²

Fig.14. A y B: Distribución e intensidad de daño causado por *Diatraea* spp. en el valle del río Cauca A: 2005, B: 2006. C: Grupos de humedad del valle geográfico del río Cauca



* C0: Déficit de humedad; C1: humedad normal; C2: humedad baja; C3: humedad media, C4: humedad alta, C5: humedad muy alta

Fuente: VARGAS, G.; OBANDO, V. y GOMEZ, L. A. 2005.; GÓMEZ, L. A. y CADENA, P. 2007

⁵² GÓMEZ, L. A. y CADENA, P. 2007. Op. Cit. p. 27 - 30

1.7 GENERALIDADES SOBRE CONTROL BIOLÓGICO DE *Diatraea* spp.

Las especies usadas en el valle del río Cauca para el control biológico de *Diatraea* spp. son las moscas (Diptera: Tachinidae) *Metagonystylum minense* (Towns), *Paratheresia** *claripalpis* (Wulp)⁵³ y *Jayneleskia jaynesi* (Jaynes) que actúan como parasitoides de larvas, (Fig. 15); y la microavispa (Hymenoptera: Trichogrammatidae) *Trichogramma exiguum* que actúa como parasitoide de huevos. Las moscas usadas en la zona cañera están ubicadas taxonómicamente así:

ORDEN: DIPTERA
SUBORDEN: BRACHICERA
INFRAORDEN: MUSCOMORPHA
DIVISION: SCHIZOPHORA
SECCION: CALYPTRATE
FAMILIA: TACHINIDAE

Fig. 15 Controladores biológicos de *Diatraea* spp. en estado adulto



M. minense



P. claripalpis



J. jaynesi

Foto: Cenicaña, 2001

M. minense o mosca amazónica (raza Sao Paulo, Brasil), desde que fue introducida, para fines de control del barrenador, logró adaptarse a las condiciones ecológicas de Colombia⁵⁴.

* El nombre de esta especie, de acuerdo con Arnaud (1978) es *Paratheresia claripalpis* (Wulp), pero se registró como *Billaea claripalpis* en una publicación reciente (O'Hara y Wood, 2004). Sin embargo, en este periodo de transición en que el nuevo nombre adquiere estabilidad y aceptación, se continuará llamando *Paratheresia claripalpis*

⁵³ O' HARA, J. 2004. Update of Tachinid Names in Arnaud (1978)
<http://www.nadsdiptera.org/Tach/Arn/arnaud.htm>

⁵⁴ GUAGLIUMI, P. 1962. Las plagas de la caña de azúcar en Venezuela. Tomo II. Ministerio de agricultura y cría. Maracay, Venezuela: Centro de investigaciones agronómicas. Pp 538 – 562.

Gaviria (1973)⁵⁵ manifestó que, a pesar de hallarse una raza nativa de *P. claripalpis* o mosca indígena, introdujo una peruana, porque tenía un ciclo de vida más corto que mejoraba el proceso de cría y su eficiencia en el campo. Como resultado, la raza peruana introducida y la raza nativa del valle del río Cauca, formaron un híbrido de ciclo corto.

Desde el momento de su introducción al país, las moscas parasitoides de *Diatraea* spp. fueron criadas y liberadas masivamente, y se constituyeron en la base del éxito del control del barrenador, gracias al establecimiento en los lugares donde fueron liberadas⁵⁶.

J. jaynesi es una especie endémica de Colombia y, a pesar de no haberse logrado criar masivamente, ejerce control natural sobre las dos especies de *Diatraea* presentes en el valle río Cauca⁵⁷.

El registro de algunas especies de taquínidos fue llevada a cabo por Guagliumi (1962)⁵⁸, a través de observaciones bio-ecológicas de los insectos benéficos y allí se describen características morfológicas en su estado de larva, pupa y adulto de las diferentes especies. En estado de larva y pupa se utiliza la forma del espiráculo protorácico al igual que la de los espiráculos anales como estructura externa para diferenciarlas. (Fig. 16). Los adultos son moscas de tamaño mediano a grande con cerdas bien desarrolladas y son claramente diferenciables tanto por la forma como por la coloración de los individuos. El adulto de *M. minense* es una mosca de color negro; *P. claripalpis* tiene el tórax de color gris plateada, con dos bandas longitudinales oscuras y *J. jaynesi* tiene una coloración amarilla. (Ver figura 15)

⁵⁵ GAVIRIA, J. 1973. Op. Cit. p 3

⁵⁶ GOMEZ, L. A. 1989. Op. Cit. p1

GAVIRIA, J. 1990. El control biológico de los insectos plaga de la caña de azúcar en Colombia. En: Congreso de la sociedad colombiana de técnicos de la caña de azúcar y congreso de la asociación de técnicos azucareros de América latina y el Caribe, 1. Memorias. Cali, TECNICAÑA, 1990. Tomo 1, p 201 - 227

⁵⁷ GAVIRIA, J. 1990. Op. Cit. p 210

CENICAÑA, 1994. Op. Cit. 433

⁵⁸ GUAGLIUMI, P. 1962. Op. Cit. p 538 - 562

Figura. 16 Pupas de parasitoides

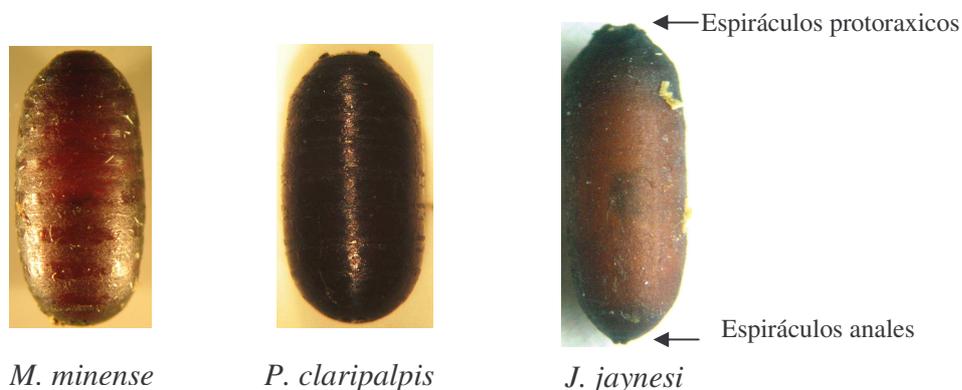


Foto: P. Cadena, 2007

La actividad de los adultos es marcadamente influenciada por las condiciones ambientales, pero, en general, son buenos voladores; son los parasitoides más importantes de las larvas del barrenador de la caña de azúcar. *M. minense* y *P. claripalpis*, depositan sus crías sobre el tallo y de allí se movilizan en busca de su hospedante, las larvas de *Diatraea* spp. (Risco, 1964; Bennett, et al. 1969)⁵⁹

Almeida *et al.*, (1986)⁶⁰ encontraron que *M. minense* tiene un ciclo de vida promedio de 29 días, mientras que, el de *P. claripalpis* es de 37 días. En estado larval, *M. minense* dura en promedio 8 días y *P. claripalpis*, aproximadamente 10.5 días. En estado de pupa la primera especie dura 9 días y la segunda 15 días. En estado adulto duran en promedio 12 y 14 días respectivamente

1.8 COMPOSICIÓN DE PARASITOIDES EN EL VALLE DEL RIO CAUCA

Desde que se introdujeron los parasitoides *M. minense* y *P. claripalpis* al valle del río Cauca, se han hecho observaciones, a través del tiempo, acerca de su adaptación a las diferentes zonas geográficas y su acción sobre las dos especies de *Diatraea*.⁶¹

⁵⁹ RISCO, B. S. 1964. Los barrenadores del género *Diatraea* y otros taladradores de la caña de azúcar en Santa Cruz Bolivia. En: Revista Peruana de entomología. Perú. No 7 (1): 13 - 18
BENNETT, F. 1969. Tachin flies as biological control agents for sugar cane moth borers. En: Williams, J. R. *et al.* Pests of sugar cane. Amsterdam - London: Elsevier. . P 117 - 143

⁶⁰ ALMEIDA, L. C.; ARAUJO, J., GASPARI DE P. S. y ARAUJO, DE S.M. 1986. Biología y competición interespecífica de taquínidos. En: Pesq. Agropec. Bras., Brasil. Vol 21, No 10. pp 1004 - 1009

⁶¹ GÓMEZ, L. A. y LASTRA, L.A. Op. Cit. 30

En la zona norte, se introdujo, en la década de los setenta, la especie *P. claripalpis*, que, aunque al principio mostró buenos niveles de parasitismo, posteriormente, fueron disminuyendo. Luego, se introdujo *M. minense*, que mostró una buena adaptación al medio cañero y gradualmente su recuperación se incrementó, lo que hizo suponer que hubo una competencia interespecífica a favor de esta última⁶².

Gómez (1989)⁶³ recopiló información acerca de los cambios del parasitismo en el tiempo, desde 1969 hasta 1989, en cada ingenio azucarero. Con esta información se pudo apreciar el proceso de adaptación de las moscas liberadas en cada zona. En la zona norte la recuperación de *P. claripalpis* en los primeros años después de su introducción fue alta, pero, lentamente el parasitismo ejercido por *M. minense* se incrementó y terminó por imponerse. Los niveles de parasitismo por *J. jaynesi* en esta zona fueron bajos. En la zona centro (ingenios Providencia y Manuelita) se halló parasitismo por las tres especies, pero predominó el natural ejercido por *J. jaynesi*. En el ingenio Providencia, le siguió *M. minense*, pero, en el ingenio Manuelita *P. claripalpis* fue la segunda especie más importante.

En 1985, Trejos y Londoño⁶⁴ determinaron, a través de la recolección de larvas, el parasitismo ejercido en campo sobre *Diatraea* spp., en las tres zonas del valle del río Cauca. En este estudio se tomó como representante de la zona norte al ingenio Riopaila, al ingenio Providencia en la zona centro y al ingenio Mayagüez en la zona sur. En la zona norte, aunque encontraron las tres especies de parasitoides, *M. minense* tuvo un porcentaje de parasitismo de 28% frente a 1,5% que presentaron las otras dos especies, lo que permitió asumir que era la especie mejor adaptada a las condiciones de la zona. En la zona centro también estuvieron presentes los tres parasitoides, pero, la especie que mostró mejores niveles de parasitismo fue la mosca nativa *J. jaynesi* con un 25%, seguida de un 5.5% de la mosca *M. minense* y, finalmente, un 2.7% de *P. claripalpis*. La zona sur mostró una tendencia diferente, es decir, el mayor parasitismo fue ejercido por *P. claripalpis* con 12%, seguido de *J. jaynesi* con 9% y, finalmente, *M. minense* con 1.6%

A partir de 1991 y hasta 1996, Cenicaña reunió y analizó, junto con el comité de control biológico, la información que le proporcionaron los ingenios azucareros en relación con la presencia de las especies de parasitoides recolectadas en campo. Para estos años, la zona norte nuevamente tuvo la presencia de las tres especies de parasitoides, pero predominó *M. minense*. En la zona centro, predominó claramente *J. jaynesi* sobre *P. claripalpis* y *M. minense*, que mostraron una

⁶² GAVIRIA, J. 1990. Op. Cit. p 214

⁶³ GOMEZ, L. A. 1989. Op. Cit. p 2.

⁶⁴ TREJOS, A. y LONDOÑO, F. 1985. Op. Cit. p 74 – 78

abundancia semejante. En la zona sur, la abundancia de las tres especies fue parecida pero a partir de 1994, *J. jaynesi* comenzó a dominar sobre las otras dos moscas. *M. minense* mostró menor abundancia. (Fig. 17)⁶⁵

⁶⁵ CENICAÑA, 1991. Op. Cit. p 1 -7

CENICAÑA. 1992. Op. Cit.p 1 – 5.

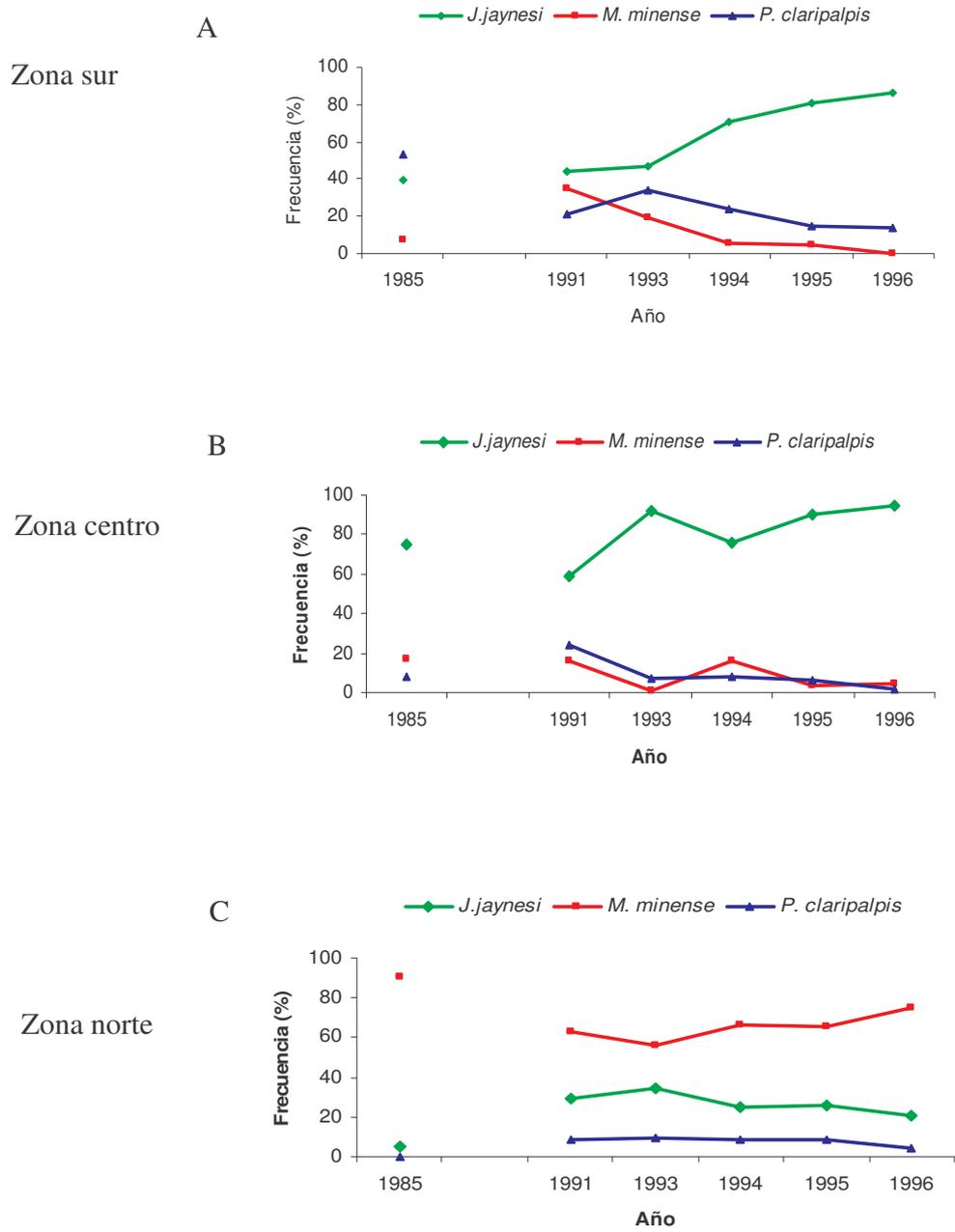
CENICAÑA. 1995. Op. Cit. p 1 - 5

CENICAÑA, 1996. Op. Cit. p 1 - 6

CENICAÑA, 1997. Op. Cit.p 1 – 6.

CENICAÑA, 1997. Op. Cit. p 1 -10

Fig. 17 Composición de parasitoides (Dip: Tachinidae) de *Diatraea* spp. en el valle geográfico del río Cauca desde el año 1985 al año 1996. A: Zona sur. B: Zona centro. C: Zona norte



Fuente: TREJOS, A. y LONDOÑO, F. 1985; Cenicaña, 1991 - 1997

1.8.1 Parasitismo según hospedero

En la zona sur, Trejos y Londoño (1985)⁶⁶, determinaron que *P. claripalpis* tuvo acción similar sobre las dos especies de *Diatraea*; *J. jaynesi*, aunque actuó sobre ambas especies, presentó mayor actividad sobre *D. indigenella* y la especie *M. minense* mostró los niveles mas bajos de parasitismo, independientemente de la especie, demostrando su baja acción en esta zona.

En 1991 y 1993, se llevaron a cabo evaluaciones de parasitismo según hospedero en las tres zonas del valle del río Cauca. Durante estos años, en la zona sur se encontraban ambas especies de *Diatraea*, pero, con una alta predominancia de *D. indigenella*⁶⁷. El parasitismo sobre *D. saccharalis* presentó variación en los dos años de evaluación, en 1991 hubo mayor acción de *M. minense* y, en 1993, fue mayor la de *J. jaynesi*. En *D. indigenella* hubo mayor acción de *J. jaynesi* en los dos años. La zona centro, durante este periodo, tuvo un 99% de dominancia de *D. indigenella*, no obstante, la escasa cantidad de individuos de *D. saccharalis* encontrada presentó parasitismo; en esta zona hubo mayor acción parasitaria de *J. jaynesi* en ambas especies. *M. minense* solo actuó en *D. saccharalis* en 1991; en 1993 no hubo registro de esta especie. Sobre *D. indigenella* el mayor parasitismo lo llevó a cabo *J. jaynesi*, pues las otras especies de parasitoides no indujeron un parasitismo significativo. En la zona norte, sobre *D. saccharalis*, la mayor acción se dio por *M. minense*, mientras que, las otras dos especies tuvieron una menor acción parasítica. (Cuadro 2)

Cuadro. 2 Valores de porcentaje de parasitismo según hospedero en el año 1991 y 1993

Año	1991						1993					
	<i>D. saccharalis</i>			<i>D. indigenella</i>			<i>D. saccharalis</i>			<i>D. indigenella</i>		
Zona /parasitoide	J.j ¹	M.m ²	P.c ³	J.j	M.m	P.c	J.j	M.m	P.c	J.j	M.m	P.c
Sur	11.7	16.6	6.1	10.7	7.3	5.0	16.3	8.7	2.8	3.7	1.5	3.0
Centro	22.2	16.7	0.0	13.6	3.7	5.6	—	—	—	14	0.2	1.1
Norte	9.8	13.9	5.1	—	—	—	27.3	44.5	7.9	—	—	—

¹ J.j: *Jayneleskia jaynesi*, ² M.m: *Metagonistylum minense*, ³ P.c: *Paratheresia claripalpis*

⁶⁶ TREJOS, A. y LONDOÑO, F. 1985. Op. Cit. p 74 – 78

⁶⁷ CENICAÑA, 1991. Op. Cit. p 1 -7

CENICAÑA. 1995. Op. Cit. p 1 - 5

En el ingenio Pichichí, se llevó a cabo un estudio de parasitismo en campo donde se contó con la presencia de las dos especies de *Diatraea* y las tres especies de parasitoides. Los resultados arrojados en esta evaluación mostraron de nuevo que *M. minense* actuó mejor sobre *D. saccharalis* que sobre *D. indigenella* con 29.8% frente a un 7.8% respectivamente, seguida por *J. jaynesi* con 7.30% y 4.3% respectivamente, y hubo muy poca recuperación de *P. claripalpis*. Esto se explica por que en esta zona solo hubo liberaciones de *M. minense*⁶⁸. Es de notar que existe información de que tanto *M. minense* como *P. claripalpis* muestran mayor especificidad sobre larvas de *D. saccharalis*, en evaluaciones realizadas en Perú, Venezuela y Colombia⁶⁹.

Gaviria, (1990); Gómez y Lastra (1995)⁷⁰, por su parte, habían registrado que *M. minense* ejercía menor acción sobre larvas de *D. indigenella*, y en Cenicaña, (1994), se encontró que *J. jaynesi* ejerce mayor parasitismo natural que los individuos criados a escala comercial, especialmente sobre *D. indigenella*.

1.9 CRIA MASIVA DE PARASITOIDES

El control biológico ha sido la mejor alternativa para el manejo de *Diatraea* spp, debido a que otro tipo de control es inoperante porque las larvas se ubican dentro del tallo y sólo los enemigos naturales son capaces de encontrarlas y parasitarlas.

Para utilizar el control biológico, es necesario criar bajo condiciones artificiales un número adecuado de individuos del parasitoide para llevar a cabo las liberaciones aditivas comerciales. Las moscas taquínidas deben ser criadas, a su vez, sobre su hospedante natural. Guagliumi (1962)⁷¹ señala que la cría artificial de *M. minense* es facilitada por los siguientes factores: la hembra es larvípara, muy

⁶⁸ MUÑOZ, C y PRIETO, L. E. Op. Cit. p 65 -70.

⁶⁹ RISCO, B. S. 1960. La situación actual de los barrenadores de la caña de azúcar del género *Diatraea* y otros taladradores, en el Perú, Panamá y Ecuador. En: Revista Peruana de entomología. Perú. Vol 3 No 1 pág. 6 – 10

MENDONCA, A. 1977. Situación actual de *Diatraea* spp. en Venezuela, comparada con las observaciones realizadas en 1975. En: Seminario sobre el problema de los taladradores de la caña de azúcar *Diatraea* spp. Venezuela: Barquisimeto, 28 de Febrero – 3 de Marzo 1977.

GAVIRIA, J. 1990. Op. Cit. p 232

⁷⁰ GÓMEZ, L. A. y LASTRA, L.A. 1995. Los barrenadores de la caña de azúcar. Su manejo y control. Cali: Cenicaña, 1995. 40p

GAVIRIA, J. 1990. Op. Cit. p 234

⁷¹ GUAGLIUMI, P. 1962. Op. Cit. p 542

prolífica y, además, las crías recién nacidas buscan a su hospedante, y a expensas de él llegan hasta el estado adulto.

La reproducción masiva de parasitoides taquínidos se basa, a su vez, sobre la producción continua de sus hospedantes (larvas de *D. saccharalis*) sobre las cuales se inoculan manualmente los estados inmaduros del parasitoide (crías) y se espera hasta que completen su ciclo. Esta operación se realiza bajo condiciones de laboratorio, donde se pueden obtener varias generaciones.⁷²

1.9.1 Control de calidad de parasitoides criados masivamente

El proceso de establecimiento y cría masiva de los parasitoides por largos periodos de tiempo bajo condiciones de laboratorio, pueden tener un efecto negativo en la calidad de los individuos liberados en el campo para el control de plaga. Mantener a un grupo de insectos por varias generaciones en un sitio donde se proporcionan factores abióticos estables (temperatura, luz, humedad, viento), y factores bióticos constantes (alimento), además de la falta de competencia por huéspedes, por pareja sexual, por sitios de apareamiento, y sin necesidad de desplazamiento para localizar los recursos, son factores que pueden provocar que los insectos criados en el laboratorio pierdan algunas características deseables expresadas.⁷³

Bigler (1989)⁷⁴ señala que los insectos criados en laboratorio son más dóciles, menos activos y hábiles que los silvestres y por lo tanto, menos competitivos bajo condiciones de campo.

Bigler (1991) citado por O' Neil *et al*, 1998⁷⁵, identificó tres componentes del control de calidad en insectos criados masivamente: 1). Control de producción, donde se incluyen parámetros de cría: ingredientes de la dieta y condiciones

⁷² CENTRO DE INVESTIGACION DE LA CAÑA DE AZUCAR DE COLOMBIA. 1984. Informe anual 1984. En: Programa de Variedades – Entomología. Cría de *Diatraea*. Cali: Cenicaña, 1984. p 167 - 173

⁷³ MORALES, J., GUADALUPE, M., y KING, E. 2000. Differences in reproductive potencial of two poblations of *Catolaccus grandis* (Hymenoptera: Pteromalidae) and their hybrids. Louisiana: Florida entomologist. Vol 83(2) p 137 – 145

CHAMBERS, D. L. 1977. Quality control in mass rearing [Insects]. En: Annual Review of Entomology. USA: Vol. 22 p. 289-308.

BIGLER, F. 1989. Quality assessment and control in entomophagous insects used for biological control. En: Journal of Applied Entomology. Germany, F.R. Vol. 108(4) p. 90-400.

⁷⁴ BIGLER, F. 1989. Op. Cit. p 93

⁷⁵ O' NEIL, R., GILES, K., OBRYCKI, J., MAHR, D., LEGASPI, J. AND KALOVICH, K. 1998. Evaluation of the quality of four commercially available natural enemies. Biological control. Vol 11, p 1 – 8

ambientales; 2). Control del proceso, que incluye la calidad del producto no acabado tales como peso larval y pupal y porcentaje de pupación; y 3). Control del producto, donde se evalúa la calidad del final del producto semejantes a cantidad, proporción de sexos, tamaño, fecundidad y otras características biológicas y de comportamiento.

Por otro lado, Leppla y Ashley, (1989)⁷⁶ consideraron que por medio de control de calidad sistemático del proceso y del producto, la producción y el uso de los parasitoides eran óptimos, teniendo en cuenta los mismos parámetros de medición.

En el IOBC (International Organization for Biological Control)⁷⁷ se describen algunas de las “Pautas para el control de calidad de enemigos naturales” evaluadas por varios autores en algunas especies de los órdenes Hymenoptera, Acarina, Coleoptera, Neuroptera, Diptera, Hemiptera; especialmente, las familias Trichogrammatidae, Braconidae y Aphelinidae, pertenecientes al orden Hymenoptera. Los criterios usados para determinar la calidad de individuos de diferentes parásitos criados masivamente en laboratorio son:

- Proporción de sexos: porcentaje mínimo de hembras (una alta proporción de machos puede indicar cría deficiente)
- Emergencia: proporción mínima de emergencia específica para todos los organismos vendidos como huevos o pupas
- Fecundidad: número de descendencia producida en un tiempo
- Longevidad: duración mínima en días
- Parasitismo: número de hospederos que parasita en un tiempo dado
- Tamaño de adulto: el tamaño o peso de las pupas, por ejemplo, el tamaño es muchas veces un buen indicador de la capacidad de parasitismo, longevidad y fecundidad.

Los criterios que se agregarán en un futuro cercano serán la capacidad de vuelo y el comportamiento en el campo expresada a través de la capacidad para localizar y de parasitar la presa o de parasitar hospedantes bajo condiciones de campo.

Se ha registrado un solo estudio de indicadores de control de calidad de taquínidos pero no abarca todos los criterios que podrían señalar la calidad de los individuos criados masivamente. Este trabajo lo desarrollaron Alemán, *et al*

⁷⁶ LEPPLA, N. y ASHLEY, T. 1989. Quality control in insect mass production: a review and model. En; Bulletin of the Entomological Society of America. USA: Vol. 35(4) p. 33-44.

⁷⁷ LENTEREN, V. 2003. Quality Control and Production of Biological Control Agents: Theory and Testing Procedures. Wallingford: CABI Publishing. 327 pp.

(2001)⁷⁸, quienes estudiaron el comportamiento de poblaciones salvajes vs poblaciones de laboratorio de *Lixophaga diatraea* (Tns) (Diptera: Tachinidae), mediante la evaluación de dos parámetros: la fecundidad y la emergencia de adultos, y encontró que la cantidad de crasas y la fecundidad en las poblaciones de laboratorio fue mayor. El porcentaje de emergencia fue similar en las dos poblaciones.

Trujillo y Urbano (1989)⁷⁹ no midieron la calidad como tal de las moscas taquínidas, pero lograron establecer parámetros que determinaron el buen parasitismo de las moscas *P. claripalpis* y *M. Minense* sobre su hospedero sometido a diferentes dietas. Los autores encontraron que el peso óptimo de las larvas de *Diatraea* para inocular debe ser entre 60 – 90 mg y que se deben inocular con 2 ó 3 crasas de los parasitoides por larva para tener éxito en la producción de taquínidos. También establecieron que las hembras de *P. claripalpis* y *M. minense* con edades de 14 y 8 días de maduración, respectivamente, son las más apropiadas para efectuar la disección destinadas a la obtención de las crasas para la posterior inoculación de las larvas del barrenador. Para la disección de moscas y conteo de crasas utilizaron un homogenizador Vitrix, que desintegra la mosca sin que las crasas o huevos se afecten. El número de crasas en las dos especies no varió por el tipo de dieta.

El área de entomología de Cenicaña, en atención a lo concerniente al brote de *Diatraea* spp. detectado en 2005, se reunió con algunos de los productores de moscas *M. minense*, con el fin de discutir los factores de control de calidad que dichos laboratorios utilizan para evaluar sus insumos biológicos. Los resultados obtenidos, permitieron establecer algunos criterios que, se asume, darían una idea del estado de las moscas que van a actuar en el campo. (Cuadro. 3). Sin embargo, se hizo énfasis en la necesidad de evaluar los factores que afectan la calidad de los individuos criados con mayor precisión, para establecer parámetros de calidad que permitan regular la producción de estos insumos y por ende, haya mayor garantía de su posterior eficiencia en el campo.⁸⁰

⁷⁸ ALEMAN, J.; RICHARDS, M.; PLANA, L.; LLANEZ, G.; FERNANDEZ, M. y VIDAL, M. 2001. Comportamiento de indicadores de calidad en poblaciones salvajes y de laboratorio de *Lixophaga diatraea* Townsend (Diptera: Tachinidae). En: Revista protección vegetal. La Habana – Cuba. Vol. 16 No 1. pp 15 – 19

⁷⁹ TRUJILLO, D. y URBANO, F. 1989. Op. Cit. p 87.

⁸⁰ CENICAÑA, 2005. Op. Cit. p 66

Cuadro. 3 Parámetros considerados con respecto al control de calidad de las moscas *M. minense*.

Parámetros de calidad	Laboratorio				
	Diatraea Ltda.	Bioagro	Mayagüez	Incauca	Benéficos S.A
Cresas inoculadas por larva	3 – 4	3 – 4	2 – 3	2 – 3	3 – 4
Pupas de mosca por larva	1.4	1.5	1.5	1.5	1.5
Peso de pupario (mg)	-	25	-	33	26
Emergencia (%)	75	85	100	95	90
Atípicos (%)	-	5	-	1	2 – 3
Proporción de sexos	-	1.3:1	-	1:1	-
Tiempo de maduración (Días)	9 – 10	8 – 9	9 – 10	10	9
Larvas inoculadas por mosca	100	100	150	100	150
Forma de liberación	Adulto	Pupas /adultos	Adultos	Adultos	Adultos

- No se dispone de la información

Fuente: Cenicaña, 2005

A partir de la información suministrada por cada laboratorio acerca de algunos parámetros de producción, se establecieron tentativamente algunos valores de base, que darían una idea del estado de las moscas producidas masivamente antes de actuar en el campo. Se propusieron los siguientes valores:

1. Peso mínimo de los puparios: 25 mg.
2. Eclosión de los puparios: > 90%
3. Proporción de sexos: 1:1
4. Adultos atípicos: < 2%
5. Número de larvas inoculadas/ mosca, con 2 – 3 cresas= 100

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 COMPOSICION DE ESPECIES DE *Diatraea* Y DE SUS PARASITOIDES EN EL VALLE DEL RIO CAUCA

Con el fin de establecer la composición de especies de *Diatraea* y conocer su distribución en el valle del río Cauca, se realizaron recolecciones periódicas de individuos en las zonas con mayor presión de la plaga.

2.1.1 Localización de los sitios de muestreo

El estudio se desarrolló en el valle geográfico del río Cauca. Los sitios muestreados se escogieron teniendo en cuenta los focos donde geográficamente se detectó la mayor presión de la plaga en los diagnósticos de daño de *Diatraea* spp., realizados en 2005 y 2006⁸¹, puesto que, en estos sitios había mayor probabilidad de encontrar altas poblaciones (Fig.18A). Los campos muestreados en la zona sur pertenecían, en su totalidad, al ingenio Mayagüez; en la zona centro, 83% pertenecían al ingenio Manuelita, y el resto, a los ingenios Providencia y Central Tumaco; y en la zona norte, se recolectaron individuos en los ingenios Riopaila en un 90% y Risaralda en un 10%. En esta zona, los niveles de infestación fueron más bajos y, en consecuencia, hubo campos en donde no se hallaron individuos del barrenador, razón por la cual, hubo un menor número de campos en donde se recolectaron larvas del barrenador.

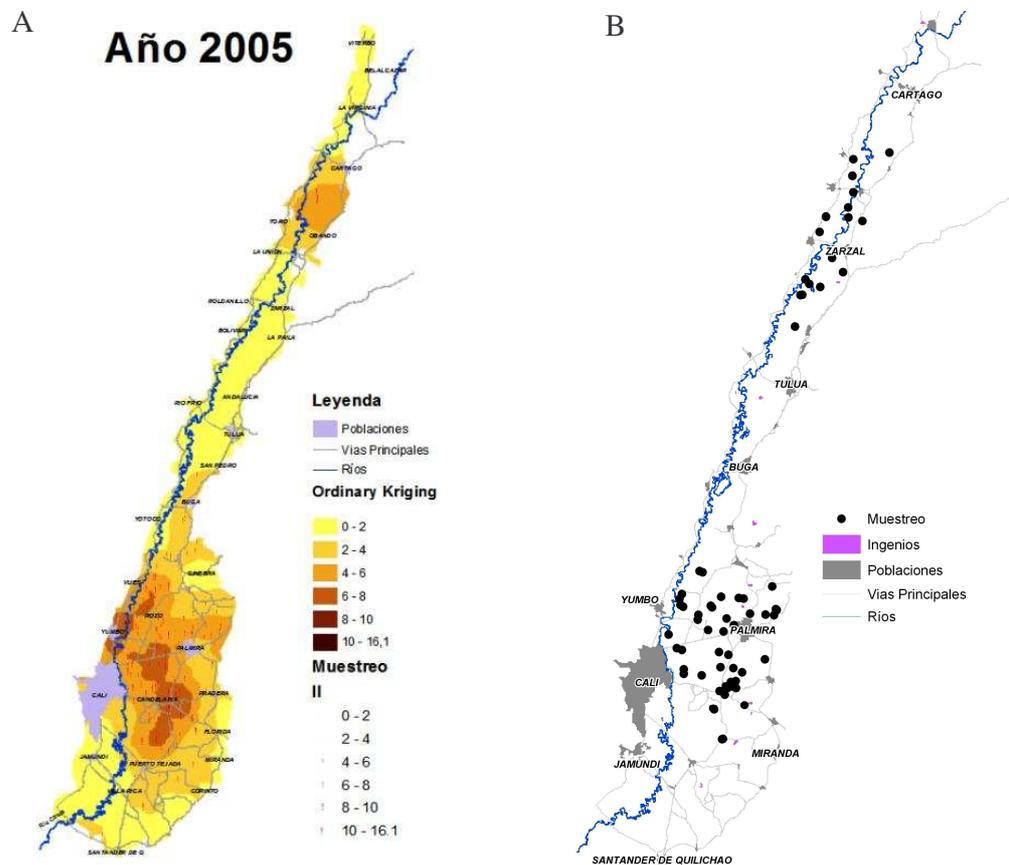
Las recolecciones de *Diatraea* spp. y de sus parasitoides comenzaron el 7 de Febrero de 2006 y culminaron el 17 de Enero de 2007. Con el objeto de establecer las variaciones de poblaciones en el tiempo, las recolecciones se alternaron en las tres zonas, es decir, cada semana se visitaba una zona diferente del valle del río Cauca, durante un año. De esta forma, se obtenía un dato mensual por cada zona. En cada visita se hacían dos recolecciones: una en un campo de 6 meses y la otra en un campo de 12 meses de edad; la primera representó caña de edad intermedia y la segunda, la edad cercana al final del ciclo del cultivo.

Una vez terminados los muestreos y procesada la información, se ubicaron los puntos mediante el Sistema de información geográfica (SIG) de Cenicaña. (Fig. 18B)

⁸¹ VARGAS, G.; OBANDO, V. y GOMEZ, L. A. 2005. Op. Cit. p. 27 - 31

GÓMEZ, L.A. y CADENA, P. 2007. Op. Cit. . p. 27 - 30

Fig. 18 A: Diagnóstico de daño 2005. B: Distribución de lotes muestreados en el valle del río Cauca



Las recolecciones en cada lote se realizaban durante 4 horas. Para esta labor, se contó con tres hombres, dos de los cuales fueron permanentes, y el tercero varió de acuerdo con la zona donde se hacía el muestreo.

Cada lote muestreado fue recorrido buscando tallos que tuvieran síntomas de presencia del barrenador, es decir, excremento o perforaciones típicas en el tallo (Fig. 19a). Estos tallos se rajaban cuidadosamente y se extraían las larvas, pupas o exuvias del barrenador o del parasitoide (Fig. 19b). Para que los individuos no se deterioraran mientras se trasladaban al laboratorio, se confinaban en cajas de petri, separándolos por barrenador o parasitoide y por estado de desarrollo. A las larvas se les colocaba trozos de caña para mantenerlas vivas. (Fig. 19c). Finalmente, todo el material se llevaba al laboratorio en una nevera de icopor.

2.1.2 Diferenciación de los individuos recolectados.

El material recolectado se trasladaba al laboratorio de entomología de Cenicaña, ubicado en la estación experimental San Antonio de los Caballeros (EESA). El laboratorio presentó una temperatura promedio de $24 \pm 2^\circ\text{C}$ y una humedad relativa de 75 - 80%

Los individuos traídos de campo se desinfestaban sumergiéndolos en una solución de sulfato cúprico al 1.5% por un minuto, con el fin de evitar su contaminación en el laboratorio. (Fig. 19d)

Los individuos que estaban en estado de pupa y exuvia se identificaban inmediatamente según la presencia de corrugaciones en la zona dorsal del abdomen y la forma de los cuernos del fronto⁸². A las larvas se les realizaba una identificación preliminar, basada en su coloración y grado de contraste en las placas setales, y se colocaban individualmente en cajas de petri con alimento, hasta que se formaba la pupa del barrenador o el parasitoides, para corroborar su identificación o registrar parasitismo. (Fig. 19e)

Los parasitoides recolectados en estado de pupa y exuvia se identificaban según la metodología de Guagliumi (1962)⁸³, que consiste en observar los espiráculos protorácicos y/o anales. Las pupas se colocaban individualmente en cajas de petri hasta que emergiera el adulto y se corroboraba la identificación.

Aun cuando no estaba contemplado dentro de los objetivos de este trabajo, los individuos de *B. graminea* se contabilizaban y se registraba su presencia en cada visita, al igual que la de los individuos del barrenador y de sus parasitoides. (Anexo A)

A partir de la información recolectada se estableció:

- La distribución geográfica de cada una de las especies de *Diatraea* y sus parasitoides en el valle del río Cauca.
- El efecto de la edad de la caña (6 y 12 meses) en la dinámica de los individuos recolectados
- La composición de los individuos recolectados a lo largo del año.
- La acción de los parasitoides sobre las especies de *Diatraea*.

⁸² PASTRANA, C. 1991. Op. Cit. p 70- 77

⁸³ GUAGLIUMI, P. 1962. Op. Cit. p 538 - 548

Fig. 19 Procedimiento de recolección y cría de *Diatraea* spp.

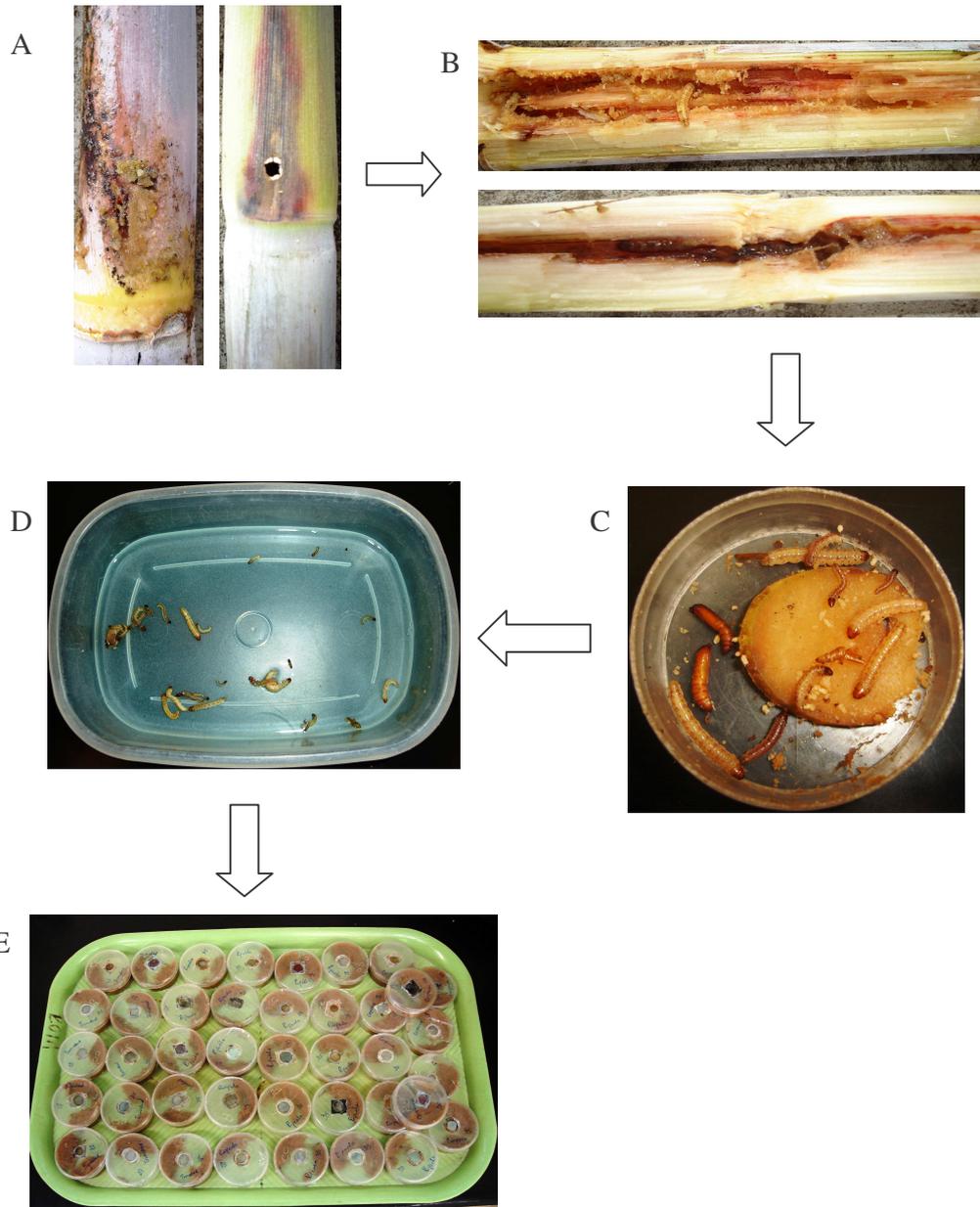
Fig. 19. A: Tallos con excremento y perforación.

B: Entrenudos barrenados con presencia de individuos.

C: Confinación de individuos en campo

D: Desinfección del material.

E: Larvas en observación.



Fotos: P. Cadena, 2007

2.2 FLUCTUACION DE POBLACIONES DE *Diatraea* spp. Y DE SUS PARASITOIDES DURANTE UN CICLO DE CULTIVO.

Con el objetivo de realizar un análisis detallado de la fluctuación poblacional de las especies de *Diatraea* y de sus parasitoides, se llevaron a cabo mediciones mensuales durante un ciclo de cultivo, en dos variedades de caña de azúcar diferenciadas de acuerdo con el grado de resistencia – susceptibilidad al ataque del barrenador.

2.2.1 Localización y organización del ensayo

El estudio se realizó en la estación experimental San Antonio de los Caballeros (EESA), ubicado en el municipio de Florida, zona sur del departamento del Valle del Cauca. La estación está localizada a 3° 21' latitud norte, 76° 18' de latitud oeste y 1024 msnm.

Teniendo en cuenta que en la estación experimental existían antecedentes de altas poblaciones de la plaga y que se había registrado la presencia de las dos especies de *Diatraea*⁸⁴, se escogió uno de sus campos para ver la fluctuación de las poblaciones de la plaga, durante un ciclo del cultivo. Para esto, se sembraron dos variedades de caña de azúcar, escogidas de acuerdo con su grado de resistencia o susceptibilidad hacia el ataque del barrenador: la variedad CC 93 – 3826, susceptible, y la variedad CC 85 –92, resistente.

Cada variedad se sembró bajo condiciones comerciales, es decir, a 1.50m entre surcos, con semilla vegetativa de 2 yemas/trozo en un lote de 0.5 ha y se realizaron las labores agronómicas normales. La caña fue sembrada el 20 de diciembre de 2005 y cosechada el 26 de Enero de 2007. Se realizaron recolecciones mensuales a lo largo de su ciclo del cultivo. En total se obtuvieron 12 registros de poblaciones / variedad.

2.2.2 Evaluación de daño y recolección de individuos

En el segundo y tercer mes de desarrollo de la caña, periodo de germinación, la obtención de individuos se hizo ubicando 10 puntos distribuidos en el lote por cada variedad y, en cada uno, se midieron 10 metros lineales a lo largo del surco⁸⁵ y, las plantas que presentaban síntomas de corazón muerto, se rajaban cuidadosamente para extraer los individuos.

⁸⁴ CENICANA, 2003. Op. Cit. p 2-4

⁸⁵ GAVIRIA, J. 1981. Op. Cit. p. 5-7

SALAZAR, J. 2005. Op. Cit. p1

Desde el cuarto mes, cuando la caña ya tenía entrenudos formados, hasta la cosecha del cultivo, se contaron, mensualmente los entrenudos barrenados en una muestra de 100 tallos por variedad, sacando al azar 3 o 4 tallos a lo largo de cada surco, para obtener una muestra bien representativa. Cada tallo, primero, se rajaba por las dos caras longitudinales opuestas, luego, se contaba el número total de entrenudos y, finalmente, el número de entrenudos barrenados⁸⁶. Con estos datos, se calculaba la intensidad de infestación (II) o porcentaje de entrenudos barrenados:

$$\% \text{ intensidad de infestación (I.I.)} = \frac{\text{entrenudos barrenados}}{\text{Total de entrenudos}} \times 100$$

Una vez se registraba el daño, (Anexo B), se procedía a buscar cuidadosamente los individuos, que se extraían y confinaban en cajas plásticas, con alimento en el caso de las larvas, para llevarlas al laboratorio y luego trasladarlas a recipientes para su observación.

El proceso de extracción y tratamiento que se les realizaba fue el mismo descrito en la parte de composición de especies.

A partir de la información recolectada se estableció:

- Poblaciones de *Diatraea* spp. y de sus parasitoides mensualmente, durante un ciclo de cultivo.
- Efecto de la edad en la composición de especies de *Diatraea*.
- Efecto de la variedad en las poblaciones de *Diatraea*.
- Efecto de la edad en el porcentaje de parasitismo.

2.3 CONTROL DE CALIDAD DE PARASITOIDES CRIADOS MASIVAMENTE PARA EL CONTROL DE *Diatraea* spp.

2.3.1 Parámetros de calidad

Hasta el momento, no existe ningún parámetro que describa la calidad de taquinidos producidos masivamente. Como un primer paso para determinar que parámetros pueden ser medidos para tal fin, se escogieron variables que involucran las cualidades biológicas de la mosca *M. minense*, que afectan la producción masiva del insecto y, a su vez, puedan afectar el éxito de una liberación comercial. Los parámetros considerados fueron los siguientes:

1). Peso de puparios

⁸⁶ VARGAS, G. y GOMEZ, L. A. 2005. Op. Cit. 8 p

- 2). La proporción de sexos
- 3). La emergencia
- 4). Los individuos atípicos
- 5). La longevidad de adultos
- 6). La progenie de hembras maduras
- 7). Actividad de las crías.

Obtención de moscas de campo

Para obtener los individuos de campo, se visitaron haciendas con antecedentes de una abundante presencia de esta especie de parasitoide. En total se realizaron 5 recolecciones, cuatro en el ingenio Riopaila y una en el ingenio Manuelita, cada una con una duración de 8 horas y con el apoyo de dos operarios destinados a esta labor. El procedimiento utilizado fue el mismo descrito en la parte de composición de especies. Una vez los puparios emergían, se trataba de acomodar las moscas, de la misma edad, en parejas. De esta forma, se obtendría progenie de las hembras, para realizar una cría del parasitoide que proporcionaría la cantidad de puparios necesarios para llevar a cabo las evaluaciones de los parámetros de calidad propuestos.

Obtención de material de laboratorios de cría masiva

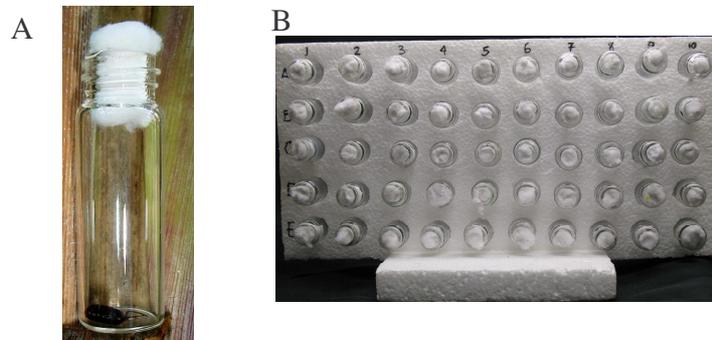
Se obtuvo una muestra de 300 puparios de *M. minense* suministrados por cada laboratorio de cría masiva del valle del río Cauca. En total fueron evaluados nueve laboratorios de los cuales, cuatro pertenecían a los ingenios azucareros: Pichichí, Mayagüez, Cauca y Maria Luisa; y cinco a laboratorios comerciales: Diatraea Ltda., Benéficos, Bioagro, Probiol y Arnulfo Portella.

2.3.2 Evaluación del peso de los puparios, de la proporción de sexos, de los individuos atípicos y del % de emergencia:

Se evaluaron conjuntamente el peso de puparios, la proporción de sexos, individuos atípicos y la emergencia de adultos, en condiciones ambientales de laboratorio y de campo, para lo cual se tomaron 100 individuos al azar por cada productor.

Los puparios se pesaban individualmente en una balanza de precisión ABD 640 Mettler Toledo ($\pm 0.0001g$). (Anexo C). Posteriormente, cada pupario se depositaba dentro de un frasco vial, que fue cuidadosamente identificado, y se tapaba con una mota de algodón, que permitiera el intercambio de gases, para que el individuo tuviera condiciones adecuadas para su desarrollo. (Fig. 20A). Estos viales se acomodaban en gradillas de icopor con capacidad para 50 frascos. (Fig. 20B)

Figura. 20. Montaje para observación individual de puparios A: Pupario en frasco vial. B: Gradilla para viales



Fotos: V. Obando, 2007

Se utilizaban dos gradillas por productor. Una vez terminado el pesaje, una de las gradillas se dejaba en el laboratorio de cría masiva del ingenio Mayagüez y la otra, se ubicaba dentro de un lote de caña de una edad aproximada de nueve meses, de tal forma que les proporcionara a los individuos condiciones naturales semejantes al ambiente donde ellas desarrollan su actividad biológica.

Los puparios se revisaban diariamente por seis días, para establecer en ese periodo, la duración de emergencia de adultos. Cuando emergían, el adulto era sexado y, simultáneamente, se observaba si el individuo era normal o atípico. (Anexo C). La evaluación de sexo se hizo de acuerdo con la metodología descrita por Guagliumi (1962)⁸⁷, que consiste en observar el último segmento abdominal de la mosca: en la hembra terminado en punta, mientras que, en el macho es truncado. (Fig. 21). Se consideraban individuos atípicos los que presentaban alas deformes o patas incompletas.

⁸⁷ GUAGLIUMI, P. 1962. Op. Cit. 5-3- 544

Figura 21 Moscas *M. minense*. A: Hembra. B: Macho.



Fotos: V. Obando, 2007

2.3.3 Evaluación de la longevidad de adultos y de la progenie de crías en hembras maduras

Para determinar la longevidad y la progenie de hembras, se utilizaron los adultos emergidos de los 200 puparios restantes de los enviados por cada laboratorio. Estos puparios se mantuvieron en jaulas dentro de lotes de caña asumiendo que este es el ambiente en el que desarrollan su actividad. Se puso especial atención a que no hubiera un calentamiento por el sol directo y al efecto depredador de las hormigas que se encontraban dentro de los lotes de caña. Para lo primero, se les ubicó debajo de una teja traslúcida, y para las hormigas, las patas de la base metálica, que sostenía a la jaula, se mantuvieron en aceite quemado dispuesto en un recipiente. (Fig. 22). Una vez emergidos los adultos, se dejaban los machos y las hembras en conjunto durante dos días y después se retiraban los machos. (Anexo E)

Figura. 22 Montaje de jaulas en campo

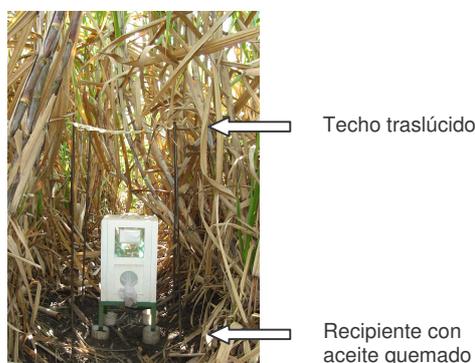
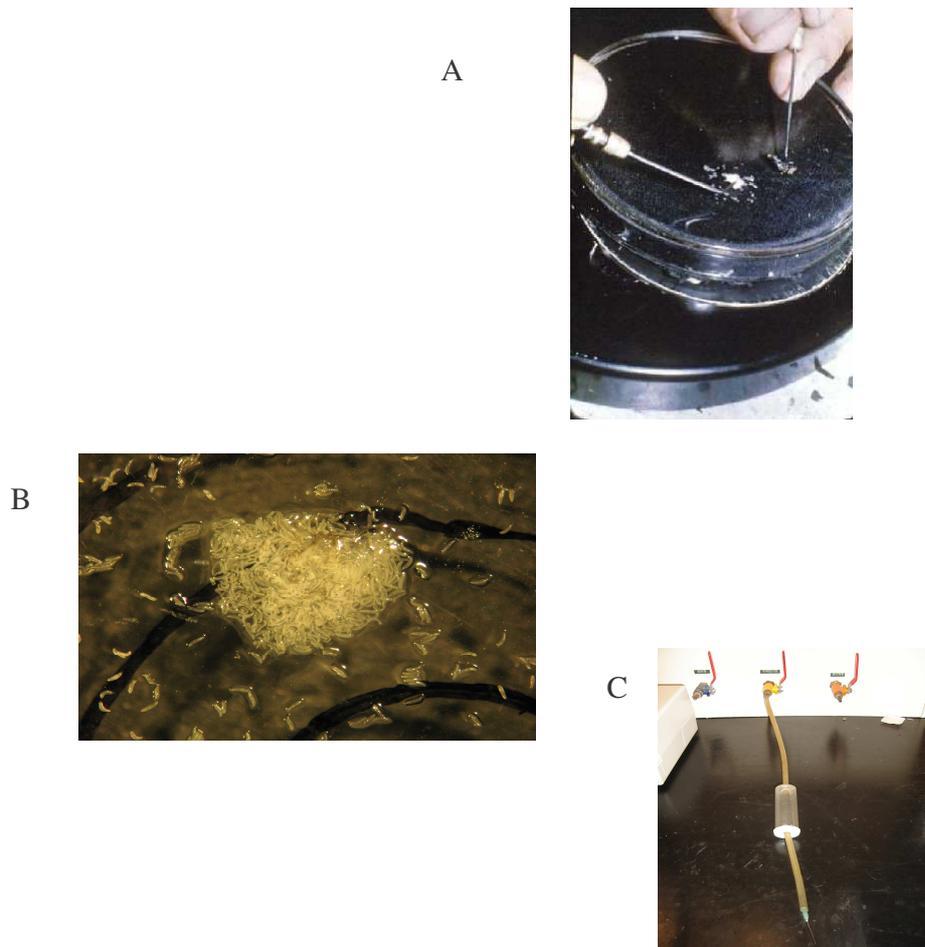


Foto: P. Cadena, 2007

La disección de las hembras, para medir la progenie total y la actividad de sus crías, se realizó a los 10, 11 y 12 días después de su emergencia, tiempo que comprende el periodo de gestación de las hembras. El montaje de los individuos en gestación, se hizo de tal forma de poder disectar 10 hembras para cada edad, teniendo en cuenta que la emergencia de los adultos ocurre en varios días y que puede haber un grado de mortalidad durante el periodo de gestación.

La mosca madura se sacrificaba sumergiéndola en alcohol al 95% por 20 segundos, luego, se enjuagaba con agua destilada por 10 segundos y se colocaba sobre una toalla de papel para que se secase. La disección de la hembra se hacía sobre una caja de petri, sobre un fondo negro para una mejor visualización de las crías. Para esto, la mosca seca se sujetaba por el tórax, allí, con una aguja de disección se desprendía el útero halando el último segmento abdominal (Fig. 23A). Una vez el útero extraído, se rompía con la aguja de disección y, muy cuidadosamente, con un pincel fino, se depositaba agua destilada sobre las crías y alrededor de estas. Inmediatamente las crías activas empezaban a desplazarse (Fig. 23B). Durante 20 minutos, se registraba y descartaba toda cría que saliese activamente del útero disectado (Fig. 23C). Las crías que no tenían desplazamiento también se contaban para determinar el total de la progenie. (Anexo E)

Figura. 23. Montaje para la obtención de la progenie de hembras maduras: A: Disección de hembra. B: Cresas en desplazamiento. C: Manguera adaptada al vacío para extraer las cresas activas



Fotos: P. Cadena, 2007

Análisis de resultados: Los análisis estadísticos, para medir cada variable, se realizaron en el programa SAS (Statistical analysis system), mediante el procedimiento de ANOVA, bajo el diseño de bloques completos al azar utilizando un modelo factorial, y el análisis de regresión, y la comparación de medias, a través de pruebas de Duncan, 0.05 %. Además, se midió el grado de asociación entre las diferentes variables, mediante el análisis de correlación lineal.

3. RESULTADOS Y DISCUSION

3.1 COMPOSICION DE ESPECIES DE *Diatraea* Y DE SUS PARASITOIDES EN EL VALLE DEL RIO CAUCA

3.1.1 Proporción de especies de barrenadores en general.

La proporción de las tres especies de barrenadores presentes en el valle del río Cauca, *D. saccharalis*, *D. indigenella* y *B. graminea*, se encuentra confinada en el Cuadro 4. Con base en estas recolecciones, se logró establecer que, la mayor captura de barrenadores se dio en la zona sur con 52.9 individuos/campo y la menor en la zona norte con 27.7 individuos/campo. En la zona centro, las recolecciones tuvieron un valor intermedio entre las otras dos zonas. Es de notar, sin embargo, que estos valores pudieron estar influenciados, en parte, por la habilidad de los recolectores asignados para esta labor en cada zona.

La abundancia de recolección de las especies varió según la zona geográfica. *D. indigenella*, fue máxima en la zona sur con 798 individuos/campo, pero, disminuyó gradualmente de sur a norte. En relación con *D. saccharalis*, la recolección fue de 236 para la zona sur, en tanto que, en el centro fue de 446 y en el norte de 382 (Cuadro 4) Cabe resaltar que se descartaron larvas que murieron tanto en el proceso de extracción en el campo (rajadas accidentalmente) y en el laboratorio (larvas que eran muy pequeñas y no sobrevivieron en alimento). esto es, 10.7% en el sur, 15.3% en el centro y 4.2% en el norte.

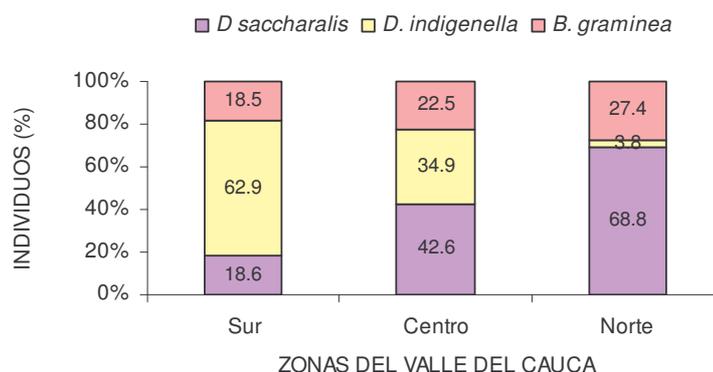
En cuanto a *B. graminea* se refiere, se encontraron individuos en toda el área muestreada del valle del río Cauca, pero, tanto en la zona sur como en el centro, fue similar con 235 y 236 individuos, respectivamente, mientras que en el norte, la recolección fue de 152. (Cuadro 4)

Cuadro 4. Recolección de especies de barrenadores en el valle del río Cauca

Zona	No de muestreos	Individuos recolectados			Total
		<i>D. saccharalis</i>	<i>D. indigenella</i>	<i>B. graminea</i>	
Zona sur	24	236	798	235	1269
Zona centro	24	446	366	236	1048
Zona norte	20	382	21	152	555
Total	68	1064	1185	623	2872

Al considerar la abundancia relativa de las especies de barrenadores en cada zona, en el sur, la especie mas abundante fue *D. indigenella* con 62.9% de individuos recolectados, mientras que, en el centro y mas específicamente en el norte, predominó *D. saccharalis* con 42.6% y 68.8% respectivamente. La abundancia relativa de *B. graminea* varió entre 27.4%, el valor mas alto, ocurrido en el norte, y 18.5 %, que se presentó en el sur. (Fig. 24)

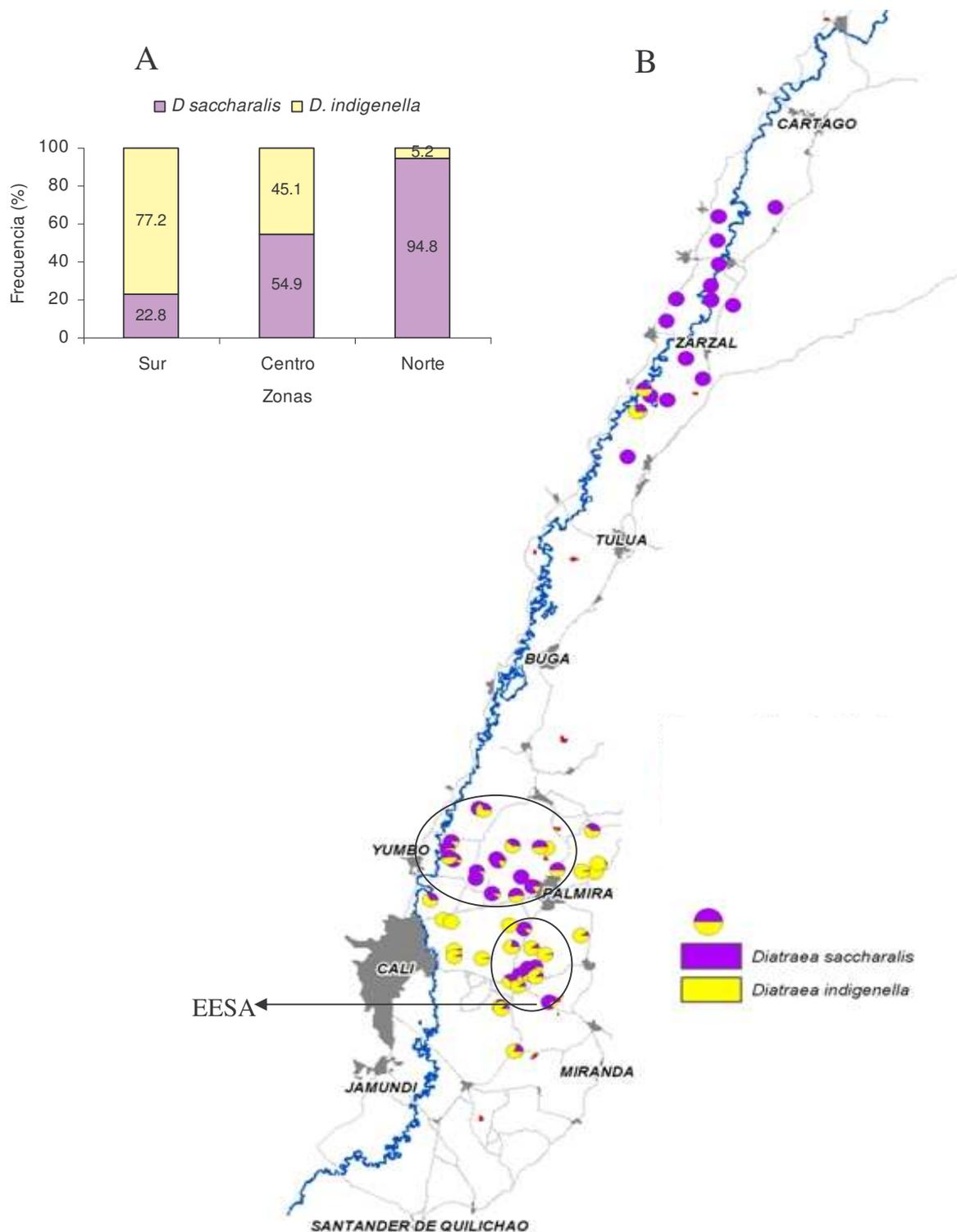
Figura. 24 Abundancia relativa de especies de barrenadores en el valle del río Cauca



3.1.2 Proporción de especies de *Diatraea* spp. en el valle del río Cauca

El análisis de las poblaciones de las dos especies de *Diatraea* demostró que éstas se encuentran localizadas según la zona geográfica. En la figura 21 se puede apreciar la distribución de las especies y su proporción a lo largo del valle del río Cauca. *D. indigenella*, disminuyó su abundancia de sur a norte y, de los individuos recolectados, en la zona sur, 77.2% correspondieron a esta especie, en la parte central, el 45%, y tan solo un 5.2% en la zona norte. Complementariamente, *D. saccharalis* disminuyó de norte a sur. (Fig. 25).

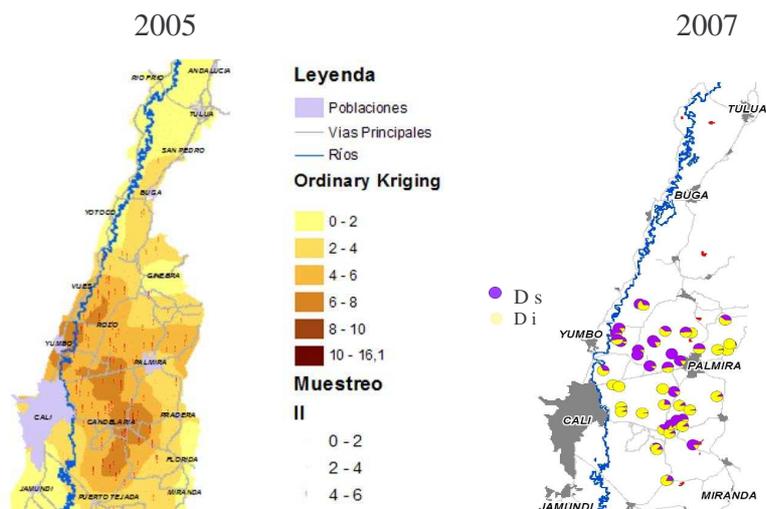
Figura. 25 Especies de *Diatraea* en el valle geográfico del río Cauca. A Proporción. B: Distribución



Las observaciones realizadas sugieren predominio de una especie sobre la otra; *D. saccharalis* es más abundante en el norte, y *D. indigenella*, en el sur. En la zona centro, la proporción global de las dos especies fue similar, pero, la distribución geográfica señaló la presencia de sectores de predominancia de una de las dos especies. Así, hay una porción comprendida entre la recta Cali – Palmira y los municipios de Rozo y Vijes, donde predominó *D. saccharalis*. Esta misma tendencia se observó en los alrededores de la fábrica del ingenio Mayagüez, perteneciente a la zona sur. (Ver áreas señaladas figura 25B)

Al comparar estas observaciones con los resultados de diagnóstico de daño realizado en 2005⁸⁸, se pudo percibir que, las zonas que presentaron los mayores niveles de daño en estos años, en la porción centro y sur del valle del río Cauca, coinciden con la distribución de la especie *D. saccharalis* (Fig. 26).

Figura. 26 Diagnóstico de daño 2005 frente a distribución de especies de *Diatraea* 2007



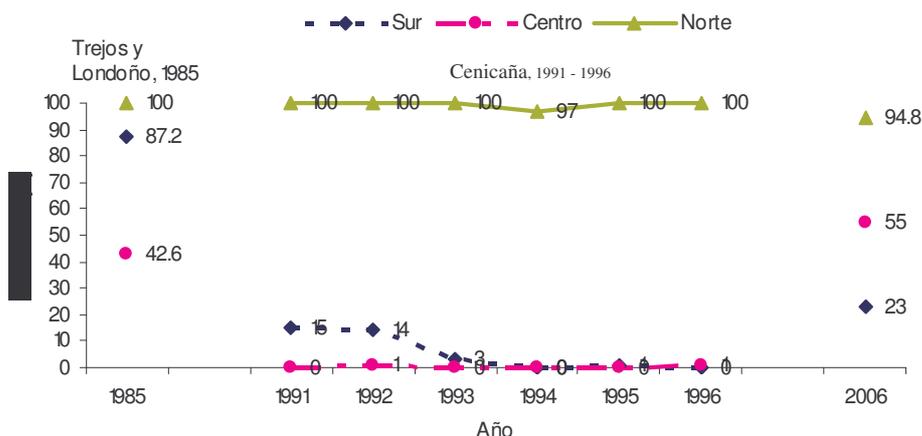
Para analizar con más cuidado el efecto de la presencia de *D. saccharalis* con el incremento del daño causado por barrenadores, se elaboró la figura 27, en la cual se explica como ha sido la variación de esta especie a partir de información recolectada desde 1985⁸⁹.

⁸⁸ VARGAS, G.; OBANDO, V. y GOMEZ, L. A. 2005. p. 27 - 31

⁸⁹ TREJOS, A. y LONDOÑO, F. 1985. Op. Cit. p 77.

A pesar de los vacíos de información entre 1986 y 1990, y luego, entre 1997 y 2005⁹⁰, en la zona norte, se nota que, *D. saccharalis* ha sido la especie marcadamente predominante, aunque, en 2006 y 2007, apareció en forma escasa pero repetida *D. indigenella*. Para el caso de las zonas centro y sur, la presencia de *D. saccharalis* era abundante en 1985, pero en 1991, ya era notorio que en el centro había desaparecido y que en el sur era escasa. En este periodo los niveles de daño por barrenadores fueron bajos. Si bien las recolecciones realizadas en 2006- 7 no cubrieron toda el área de las zonas centro y sur, se ve al menos el incremento de la presencia de *D. saccharalis* en esta porción del sector azucarero. Por lo tanto, una de las posibilidades para explicar el incremento de daño en las zonas centro y sur, es que se haya dado un cambio intrínseco en las poblaciones de *D. saccharalis*, o que se hayan creado las condiciones para un incremento del número de individuos de esta especie.

Figura. 27 Distribución de *D. saccharalis* en el valle del río Cauca en el tiempo.



⁹⁰ CENICAÑA, 1991. Op. Cit. p 1 -7
 CENICAÑA. 1992. Op. Cit. p 1 – 5.
 CENICAÑA. 1995. Op. Cit. p 1 - 5
 CENICAÑA, 1996. Op. Cit. p 1 - 6
 CENICAÑA, 1997. Op. Cit. p 1 – 6.
 CENICAÑA, 1997. Op. Cit. p 1 -10

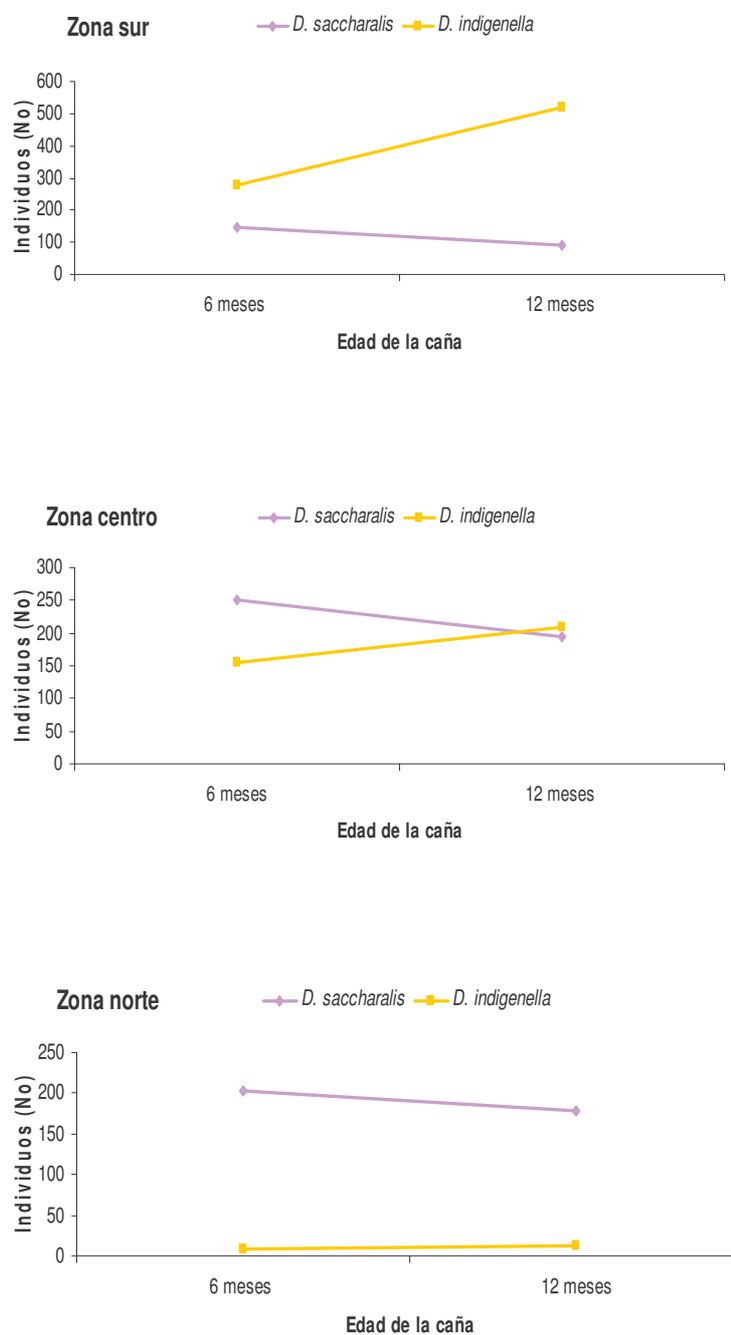
3.1.3 Efecto de la edad de la caña sobre la presencia de las especies de *Diatraea*

Al recolectar barrenadores en dos edades diferentes de la caña, seis y doce meses, se registró un incremento de la cantidad de individuos de *D. indigenella*, de los seis a los doce, mientras que, ocurrió la inversa para el caso de *D. saccharalis*. Esto se observó en forma mas marcada en las zonas sur y centro, en tanto que, en la zona norte, estos cambios fueron casi imperceptibles. Este fenómeno ya había sido registrado, primero, por Trejos y Londoño (1985)⁹¹ (Fig. 9) y luego, por Muñoz y Prieto (1995)⁹² (Fig. 10). Si bien ambas especies de *Diatraea* pueden compartir la misma región geográfica, tal parece tienden a excluir su nicho. (Fig. 28)

⁹¹ TREJOS, A. y LONDOÑO, F. 1985. Op. Cit. p 77.

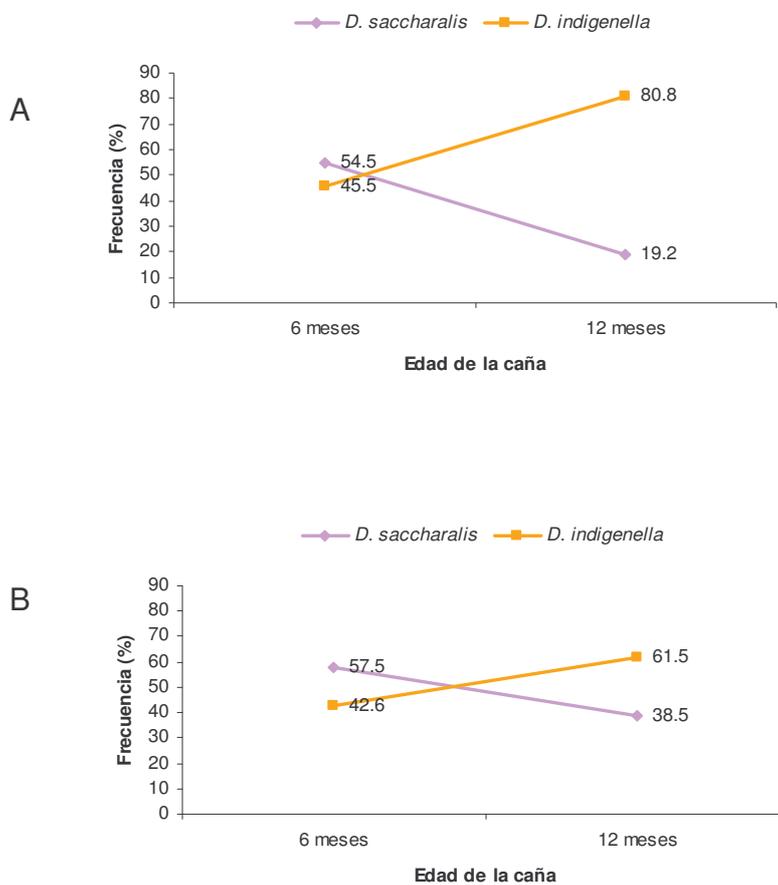
⁹² MUÑOZ, C y PRIETO, L. E. 1995, Op. Cit. p 65

Figura. 28 Composición de especies de *Diatraea* según la edad de la caña, 2006.



Aunque la tendencia de las especies se conservó según lo registrado en años anteriores, los valores actuales de frecuencia de recolección son diferentes a los reportados por Muñoz y Prieto, (1995)⁹³. Las poblaciones de *D. saccharalis* llegaban a un 19% en etapas finales del cultivo en 1995, y actualmente alcanzaron 38.5%, aumentando casi 20 unidades porcentuales. De esta manera, *D. saccharalis* ha ido excluyendo a *D. indigenella*, al finalizar el ciclo de la caña. (Fig. 29)

Figura. 29 Tendencia de barrenadores según la edad de la caña. A: Muñoz y Prieto, 1995. B: 2006 - 2007



⁹³ MUÑOZ, C y PRIETO, L. E. 1995, Op. Cit. p 65

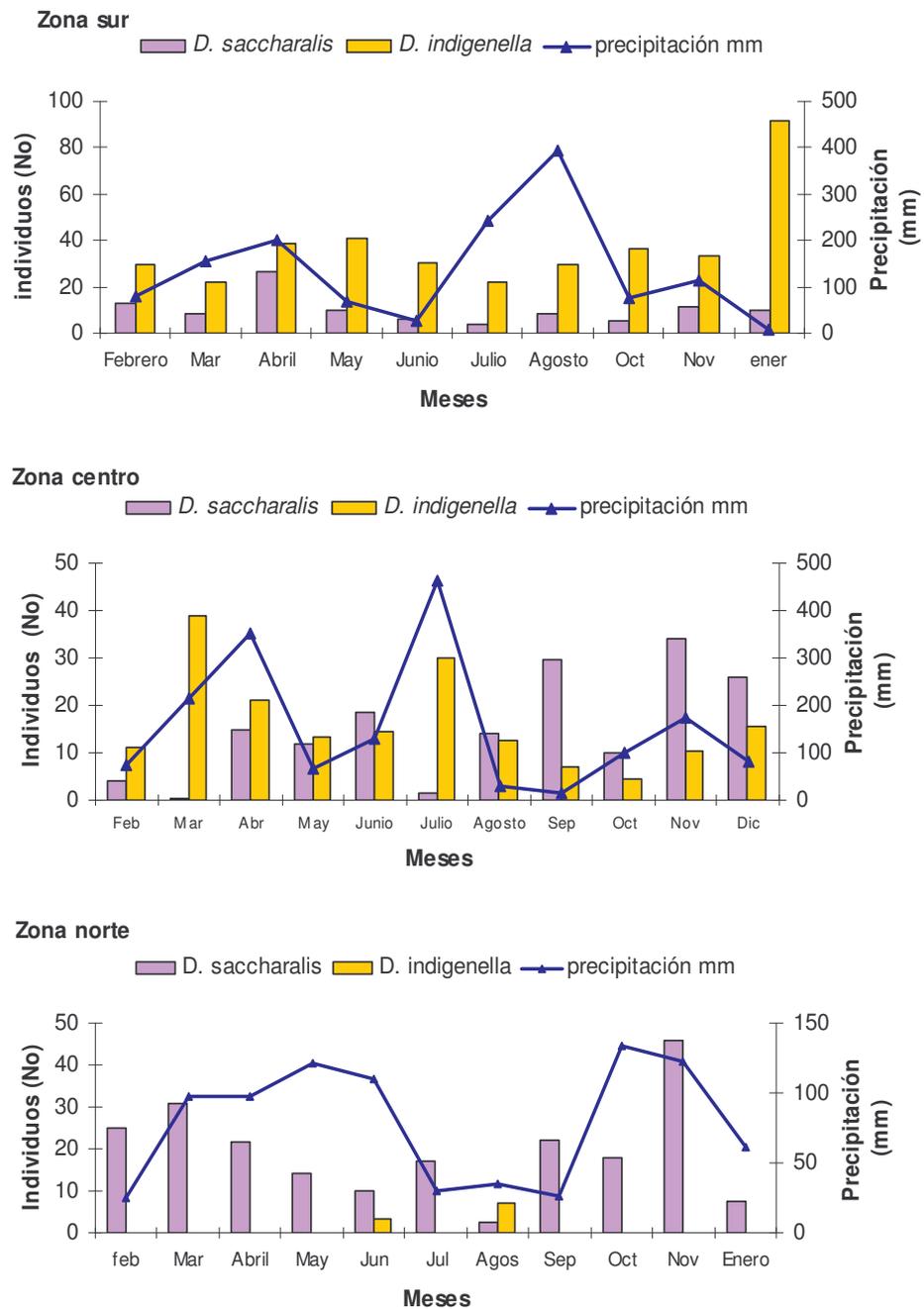
3.1.4 Abundancia de los barrenadores a lo largo del año

Teniendo en cuenta que la precipitación es el factor climático más variable en el trópico, se decidió utilizar este factor para establecer si existía alguna asociación con la proporción de especies de *Diatraea* recolectadas.

Al observar los picos de humedad en cada zona y relacionarlo con la cantidad de individuos recolectados, no se detecta relación entre precipitación y abundancia relativa de las especies (Fig. 30). Sin embargo, el diagnóstico de daño realizado en 2005 mostró que puede haber un efecto del contenido de la humedad del suelo al notarse que los mayores daños se presentaron en las zonas mas secas.⁹⁴

⁹⁴ CENICAÑA, 2005. Op. Cit. p 65

Figura. 30 Precipitación mensual frente a abundancia de especies de *Diatraea* lo largo del año

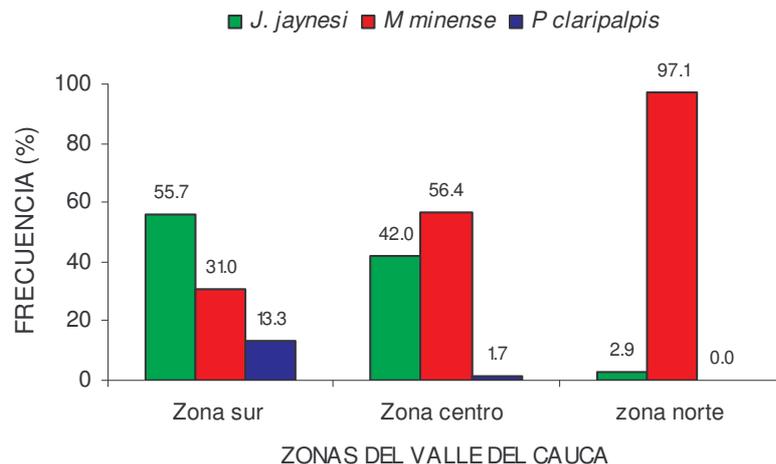


3.1.5 Composición de parasitoides en el valle del río Cauca

Con base en las recolecciones, se estableció la proporción de especies de parasitoides en cada zona del valle del río Cauca como medida de adaptación y, se encontró que, la dominancia de los parasitoides varió en las tres zonas. *M. minense* disminuyó sus poblaciones de norte a sur y *J. jaynesi* disminuyó sus poblaciones de sur a norte, en tanto que *P. claripalpis* fue escaso y su aparición pudo estar mas relacionada con las liberaciones, esto es, poca en el sur, mínima en el centro y ninguna en el norte (Fig. 31).

Es importante mencionar que después de las observaciones realizadas en laboratorio, se notó que la especie *M. minense* parasita las larvas de *Diatraea* spp., regularmente, con mas de una cruesa. Este hecho puede haber alterado el número total de individuos en las recolecciones en campo con respecto a las otras dos especies que no cuentan con este tipo de parasitismo, y que podrían generar una sobreestimación en el momento de analizar el porcentaje de parasitismo. No obstante, los valores registrados a nivel de laboratorio se contaron por larva parasitada y no por individuos del parasitoide, que minimiza el valor en el conteo de composición de especies. La acción de esta especie puede esclarecerse en las observaciones de parasitismo.

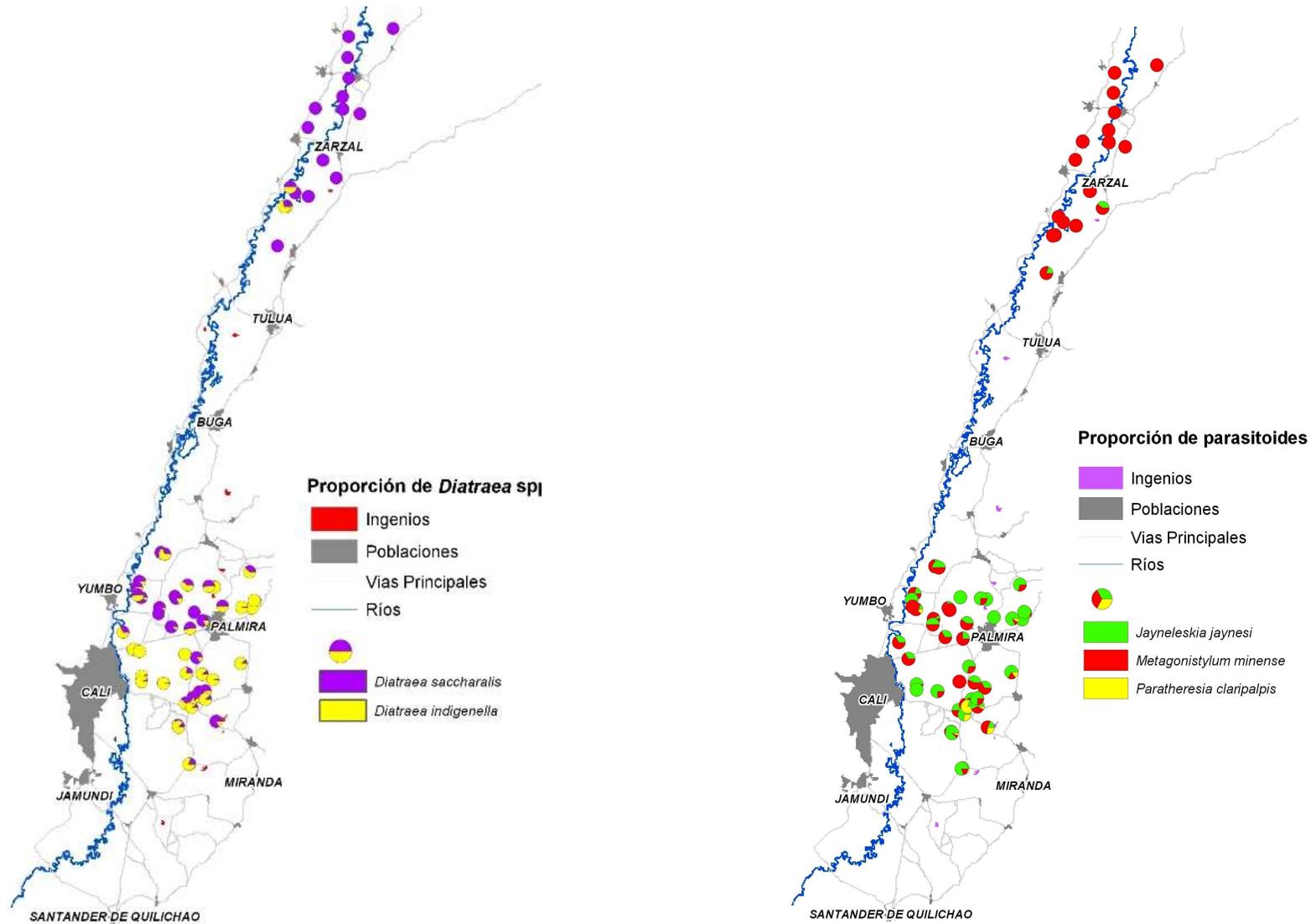
Figura. 31 Composición de especies parasitoides de *Diatraea* spp. en el valle del río Cauca



Al comparar la localización de los parasitoides con la localización de las especies de *Diatraea* en las zonas geográficas, se puede resaltar que, la aparición de *M. minense* fue semejante a la de *D. saccharalis* y la presencia de *J. jaynesi*, a la de

D. indigenella. (Fig. 32). *M. minense* se encontró localizada en la mayoría del área muestreada de la zona norte; para la zona centro, en un foco que comprendió desde la recta Cali – Palmira, hacia el norte, hasta los municipios de Rozo y Vijes; y en los alrededores de la fábrica del ingenio Mayagüez, para la zona sur, lo que coincidió con lo reportado en la distribución de la especie *D. saccharalis*. Sobre las poblaciones de *D. indigenella* ocurrió el mismo fenómeno con la especie *J. jaynesi*.

Figura. 32 Distribución de especies A: *Diatraea* y B: parasitoides.



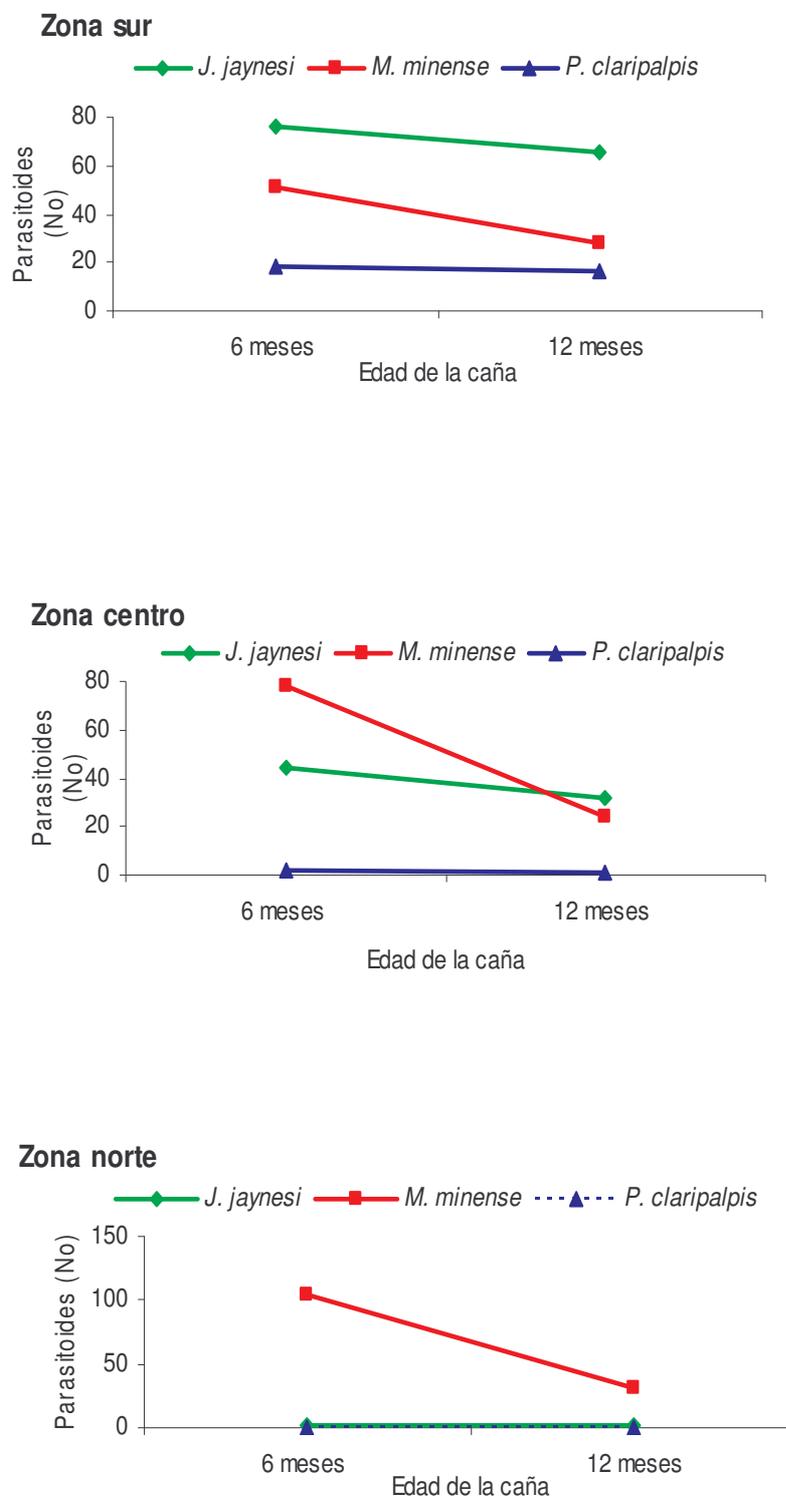
Para examinar con más cuidado la relación entre las especies de parasitoides y las especies de barrenador, y considerar si se trata de un indicador de preferencia, se analizaron otras situaciones en donde se observó la relación parasitoide - hospedero; primero, las recolecciones en dos edades de la caña, 6 y 12 meses, y luego, el parasitismo ejercido por los parasitoides sobre las dos especies de *Diatraea*.

3.1.5.1 Recolecciones en 6 y 12 meses de edad de la caña.

La recolección de parasitoides a los 6 y 12 meses de edad, mostró para las tres zonas que, *M. minense* disminuyó marcadamente sus poblaciones al final de desarrollo del cultivo (Fig. 33), lo que coincidió con la frecuencia de la especie *D. saccharalis*. Este hecho nuevamente asoció las especies *D. saccharalis* y *M. minense*.

Por otro lado, *D. indigenella* aumentó sus poblaciones a medida que incrementó la edad de la caña y, *J. jaynesi*, su especie asociada, tendió a disminuir ligeramente hacia el final del cultivo (Fig. 33). Aunque si hubo relación entre parasitoide y hospedero, no parece ser tan marcada como lo ocurrido con *M. minense* sobre *D. saccharalis*.

Figura. 33 Composición de parasitoides según la edad de la caña



3.1.5.2 Parasitismo según hospedero

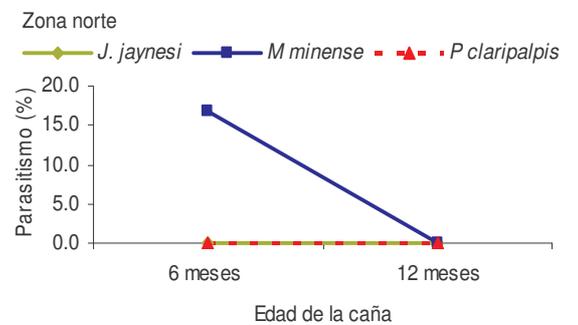
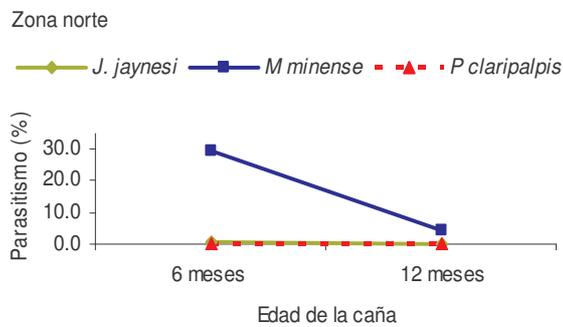
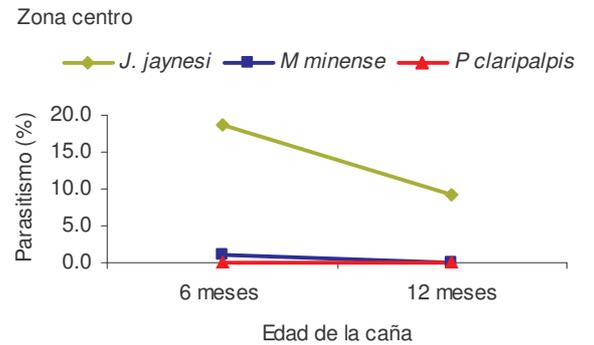
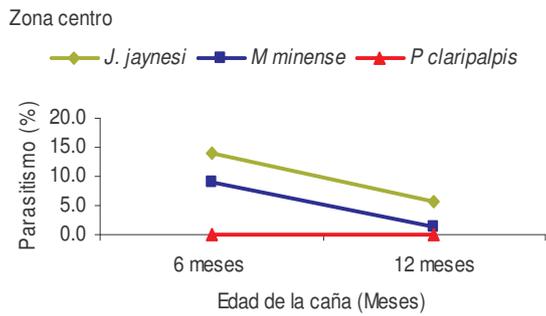
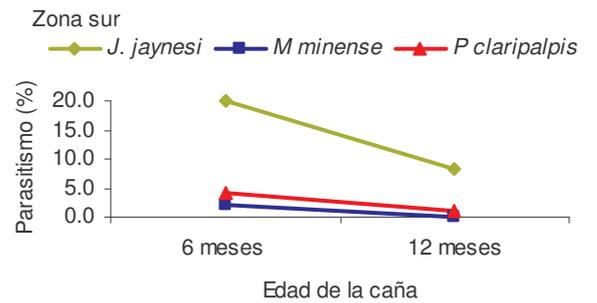
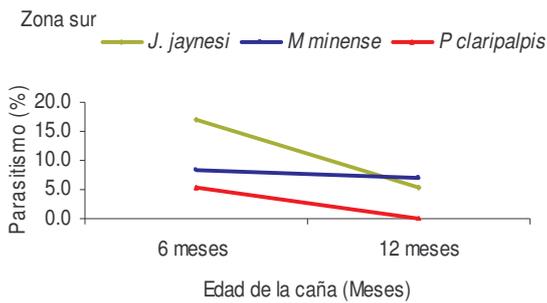
Al analizar el parasitismo ejercido por cada parasitoide sobre las dos especies de *Diatraea*, (Fig. 34) se pudo resaltar lo siguiente:

- En las zonas sur y centro, la especie nativa, *J. jaynesi*, tuvo mejor acción que las especies liberadas sobre las dos especies de *Diatraea* y, es la especie que actúa mas eficientemente sobre la especie endémica *D. indigenella*
- Sobre *D. saccharalis* actuaron las tres especies de parasitoides, pero, *M. minense*, mosca liberada con mayor frecuencia, tuvo preferencia sobre esta especie, en tanto que, sobre *D. indigenella* su acción fue casi nula. Es importante mencionar que, aunque en la zona norte se presentó parasitismo, de *M. minense* sobre *D. indigenella*, el valor encontrado se derivó de un solo individuo del parasitoide, y que, considerando que la zona tuvo una escasa población de *D. indigenella*, este valor no fue relevante para demostrar su acción sobre la especie. (Fig. 34B)
- La mayor acción de los parasitoides se dio en la primera mitad de desarrollo del cultivo.
- *P. claripalpis* fue encontrada en menor cantidad que las otras especies, solo se registró en la zona sur y al parecer actúa sobre las dos especies de *Diatraea*.

Figura. 34. Parasitismo según hospedero. A: Sobre *D. saccharalis*. B: Sobre *D. indigenella*

A: *D. saccharalis*

B: *D. indigenella*



3.1.6 Poblaciones de barrenadores y parasitoides a través del tiempo.

Para poder observar lo que ha sucedido con los barrenadores y sus parasitoides a través del tiempo, la figura 35 registra los cambios en la frecuencia de recolección.

En la zona sur, en un comienzo (1985),⁹⁵ *D. saccharalis* era el barrenador dominante, luego disminuyó y desde 1991 hasta 1996⁹⁶, *D. indigenella* pasó a ser dominante. En 2006, se registró el resurgimiento de *D. saccharalis* pero *D. indigenella* siguió siendo dominante. En cuanto a los parasitoides, *P. claripalpis* comenzó siendo la más abundante, pero desde 1991 *J. jaynesi* se volvió la más común. *M. minense* ha tenido una presencia escasa o casi ausente.

En la zona centro, al igual que en la zona sur, se notó que desde 1991 hasta 1996 hubo un desplazamiento de *D. saccharalis* por parte de *D. indigenella*, pero en 2006 – 7 el resurgimiento de *D. saccharalis* fue tal que superó la población de *D. indigenella*. El parasitoide más abundante de esta zona ha sido *J. jaynesi*, excepto en 2006 – 7 cuando *M. minense* mostró un resurgimiento.

En la zona norte, *D. saccharalis* sigue predominando, aunque en 2006 – 7 se registró la presencia escasa, pero continua, de *D. indigenella*. La abundancia de los tres parasitoides ha variado en el tiempo. Desde 1985 hasta 1996, *M. minense* lideraba la zona. En 2006 – 7, el parasitoide que domina casi totalmente en la zona es *M. minense*, mientras que, *P. claripalpis* no se registró y *J. jaynesi* fue casi nula.

Figura. 35. Registro a través del tiempo de barrenadores y parasitoides.

⁹⁵ TREJOS, A. y LONDOÑO, F. 1985. Op. Cit. p 77

⁹⁶ CENICAÑA, 1991. Op. Cit. p 1 -7

CENICAÑA. 1992. Op. Cit. p 1 – 5.

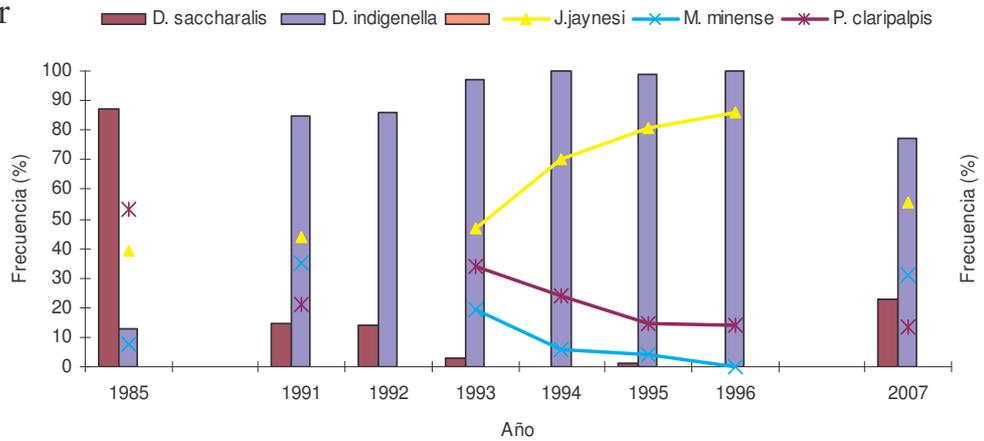
CENICAÑA. 1995. Op. Cit. p 1 - 5

CENICAÑA, 1996. Op. Cit. p 1 - 6

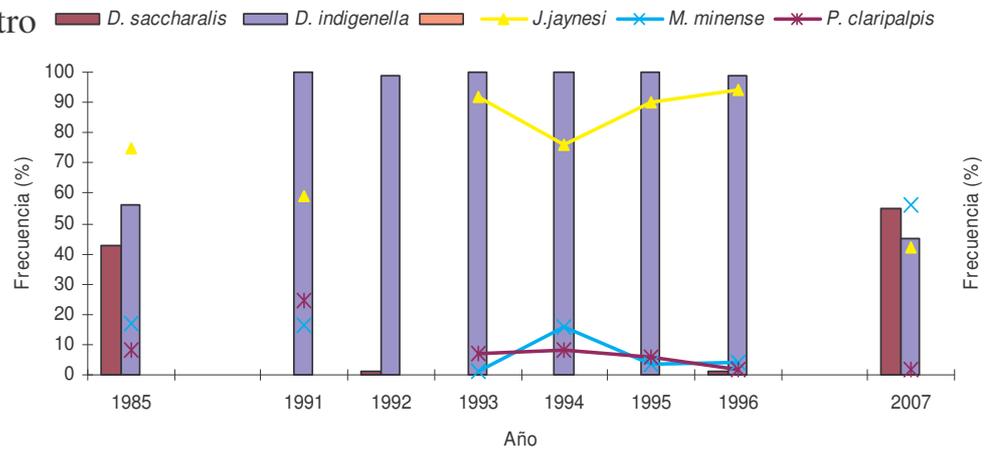
CENICAÑA, 1997. Op. Cit. p 1 – 6.

CENICAÑA, 1997. Op. Cit. p 1 -10

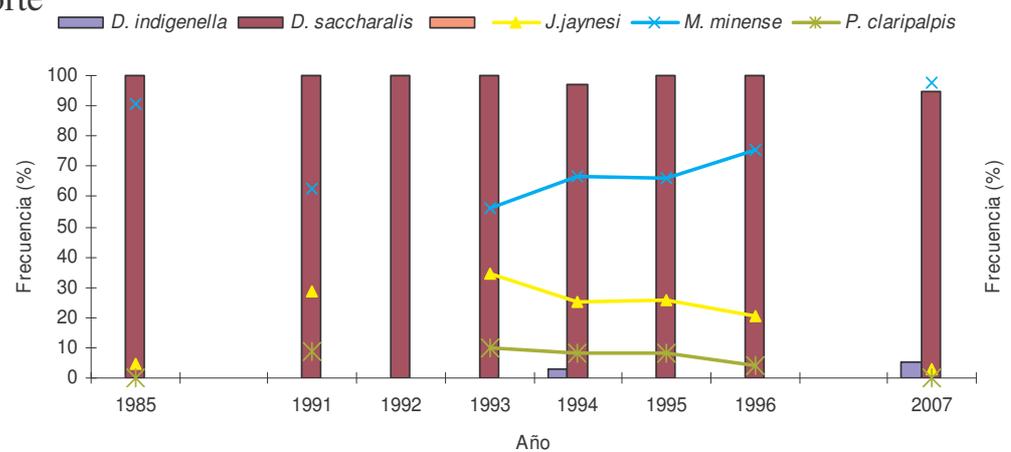
Zona sur



Zona centro



Zona norte



Así mismo, se realizaron observaciones de parasitismo de acuerdo con el hospedero a través del tiempo, en cada zona. (Fig. 36)

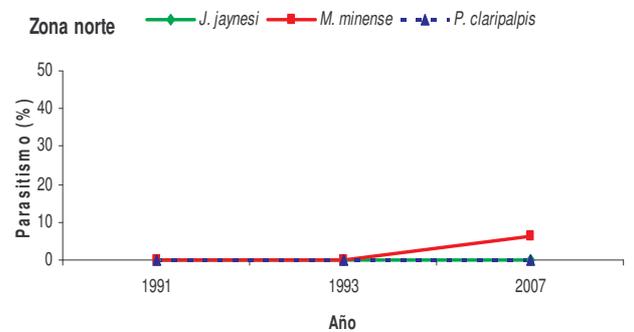
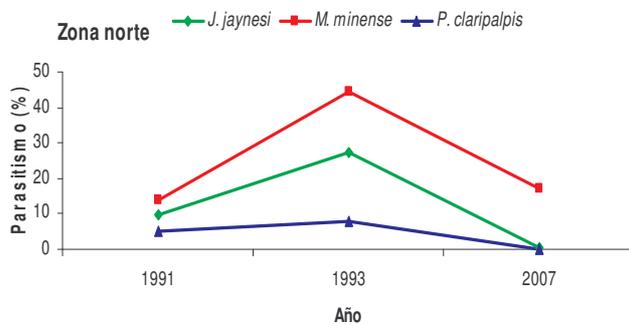
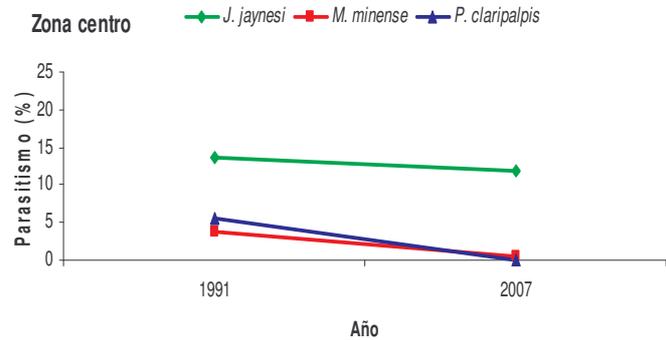
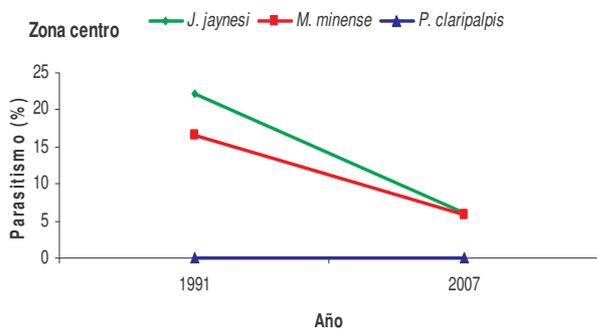
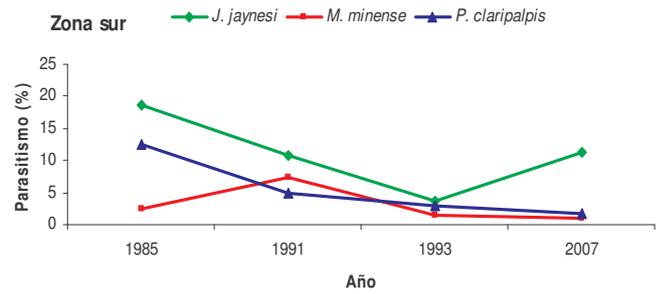
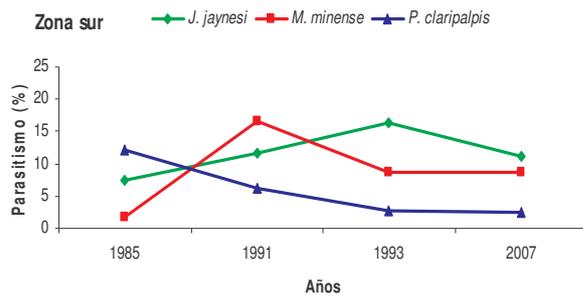
En estas evaluaciones, es notorio que sobre *D. saccharalis* han actuado las tres especies, y que aunque ha variado el orden de acción de las especies, *J. jaynesi* y *M. minense* han ejercido mayor parasitismo. *P. claripalpis* ha disminuido sus poblaciones en las zonas sur y norte, y en la zona centro no se registro en los dos años observados. En la zona centro y norte los valores de parasitismo han disminuido notoriamente, mientras que, en el sur se han mantenido casi constantes. (Fig. 36A)

En *D. indigenella* ha sobresalido la acción de *J. jaynesi*. En la zona centro, los valores de parasitismo se han mantenido constantes, mientras que, en la zona sur se han incrementado notablemente a partir de 1993. *P. claripalpis* y *M. minense* han ejercido menor acción sobre esta especie, principalmente en la zona centro. (Fig. 36B)

Figura. 36. Parasitismo en el tiempo A: sobre *D. saccharalis* B: sobre *D. indigenella*

A: *D. saccharalis*

B: *D. indigenella*



3.2 FLUCTUACION DE POBLACIONES DE *Diatraea* spp. Y DE SUS PARASITOIDES, DURANTE UN CICLO DE CULTIVO.

Para determinar los cambios de la población de barrenadores, se recolectaron larvas, pupas y exuvias tanto del barrenador como de los parasitoides. De los estados recolectados, en los barrenadores el estado larval fue el más abundante, seguido de las exuvias y por último el de las pupas. (Cuadro 5). Teniendo en cuenta que las larvas y las pupas tienen un periodo de duración determinado, se espera por lo tanto que la proporción de recolección de estos dos estados sea constante durante el desarrollo del cultivo. Eso ocurre (Ver relación pupas: larvas), salvo en el décimo mes cuando hubo una captura alta de pupas. Las exuvias no son propiamente un estado de desarrollo, pero sí un indicador de la presencia de un individuo que existió y al cual se le puede determinar su identidad. Si examinamos la relación de recolección exuvias: larvas, esta se mantiene constante más o menos hasta el octavo mes, y luego comienza a incrementar hasta el final del ciclo del cultivo. Esta situación no es la esperada y se explica por el hecho de que la exuvia está conformada por quitina, un material de descomposición lenta que hace que su permanencia dentro de la caña sea mayor que la de los estados ontogénicos de desarrollo. En consecuencia, si se usan estos individuos se puede sobreestimar la población en un momento dado y generar una interpretación equivocada de la variación de las especies en función de desarrollo de la caña.

Cuadro. 5 Estado de desarrollo de individuos de *Diatraea* spp. recolectados mensualmente, durante un ciclo de cultivo

Edad (meses)	Larva	Pupa	Exuvia	Relación pupa: larva	Relación exuvia: larva
3	12	0	0	0	0
4	62	1	1	0.02	0.02
5	44	1	1	0.02	0.02
6	56	6	5	0.12	0.09
7	40	2	3	0.05	0.07
8	68	4	3	0.06	0.04
9	65	7	12	0.11	0.18
10	83	21	52	0.25	0.62
11	93	7	51	0.07	0.55
12	61	8	99	0.13	1.62
13	80	5	41	0.06	0.51

Una situación similar ocurrió con las exuvias de los parasitoides recolectados. (Cuadro. 6). Si se usan estos individuos para estimar fluctuación de poblaciones, se puede sobreestimar su población en un momento dado y se genera una

interpretación equivocada de su época de acción sobre los barrenadores. Si al calcular el porcentaje de parasitismo se incluyen exuvias del barrenador o de los parasitoides se va a estimar en forma errada y, por lo tanto, es recomendable no tenerlas en cuenta.

Cuadro. 6 Estado de desarrollo de individuos de parasitoides de *Diatraea* spp. recolectados mensualmente durante un ciclo de cultivo

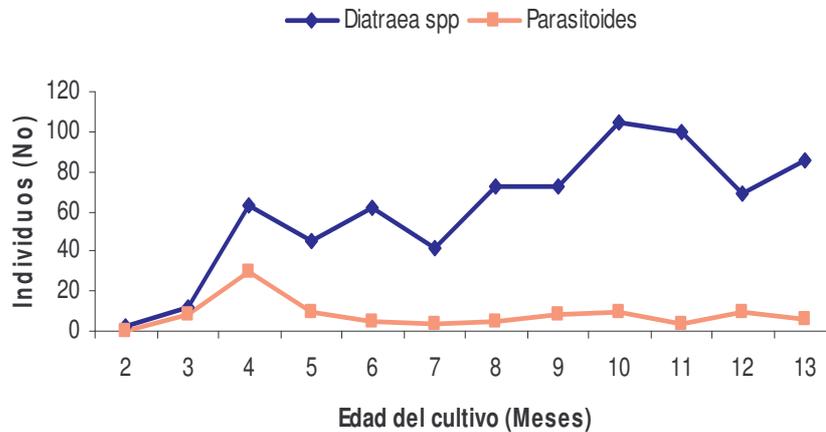
Edad (meses)	Pupa	Exuvia	Relación exuvia: pupa
2	0	0	0.00
3	8	0	0.00
4	17	1	0.06
5	4	0	0.00
6	2	9	4.5
7	2	1	0.5
8	3	2	0.7
9	5	1	0.2
10	6	17	2.8
11	3	2	0.7
12	5	17	3.4
13	0	14	14

3.2.1 Fluctuación de poblaciones de *Diatraea* spp. y de sus parasitoides.

Las poblaciones de los barrenadores en conjunto y de los parasitoides tuvieron amplias diferencias en cuanto a la cantidad de individuos recolectados mensualmente y en su fluctuación a medida que avanzó la edad del cultivo. (Fig. 37). Los individuos de *Diatraea* spp. incrementaron notablemente a medida que aumentó la edad de la caña: desde el tercer mes, se detectó la presencia de la plaga, luego, entre el cuarto y el décimo mes, las poblaciones aumentaron considerablemente, alcanzando valores de 100 individuos/ recolección. Después de los 10 meses, la recolección tendió a disminuir ligeramente.

El número de individuos de los parasitoides alcanzó un pico a los 4 meses, luego, la recolección disminuyó hasta los seis meses, y siguió baja pero constante hasta la cosecha.

Figura. 37 Variación de las poblaciones de *Diatraea* spp. y de sus parasitoides, durante un ciclo de cultivo

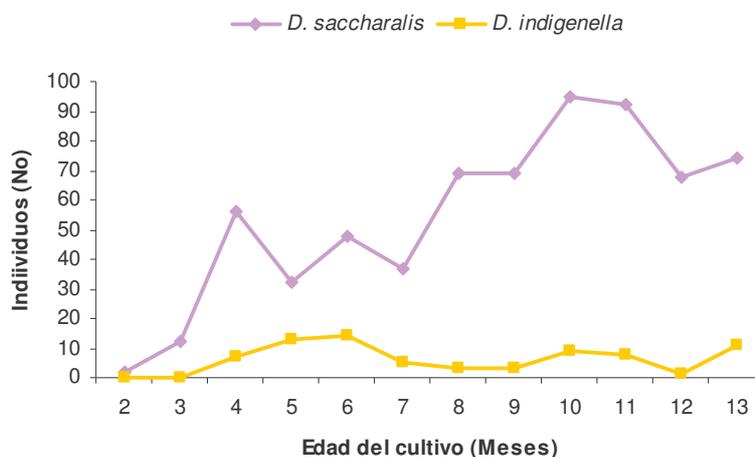


3.2.1.1 Barrenadores

Al hacer una separación de los individuos recolectados por especie, el 89.9% correspondió a *D. saccharalis* y el 10.1%, a *D. indigenella*. Llama la atención que se haya dado precisamente con la especie *D. saccharalis*, debido a que la EESA esta ubicada en la zona sur del valle del río Cauca, donde actualmente predomina *D. indigenella*, sin embargo, coincide con el foco de mayor presión de daño detectado en 2005. (Ver figura 25).

La distribución de las poblaciones a lo largo del ciclo del cultivo se puede observar en la figura 38. *D. saccharalis* incrementó sus poblaciones a medida que avanzó la edad de la caña y en todo el desarrollo del cultivo siempre superó las poblaciones de *D. indigenella* que se mantuvieron relativamente constantes.

Figura. 38 Composición de especies de *Diatraea*, durante un ciclo de cultivo



Este comportamiento no coincidió con lo reportado en años anteriores (Trejos y Londoño, 1985; Gómez, 1990; Muñoz y Prieto, 1995)⁹⁷ (Ver Figuras 9, 10, 11 y 28) o bien con el análisis realizado en donde se resaltó el hecho de que *D. saccharalis* prefería los estados jóvenes del cultivo y sus poblaciones decrecían cuando avanzaba la edad de la caña, mientras que, *D. indigenella* aparecía en la mitad de desarrollo del cultivo y aumentaba su abundancia a medida que finalizaba el ciclo.

3.2.1.1.1 Efecto varietal

La figura 40 registra la variación del número de individuos de *D. saccharalis* y *D. indigenella*, tanto en la variedad CC 93 – 3826 como en CC 85 – 92. En la variedad susceptible hubo un alto número de larvas de *D. saccharalis* que incrementó al progresar el desarrollo del cultivo, mientras que, las poblaciones de *D. indigenella* fueron bajas y mostraron un leve incremento en el sexto mes. (Fig. 39A)

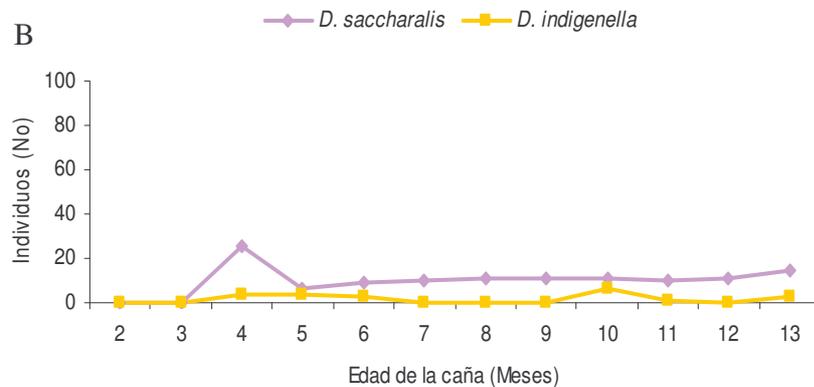
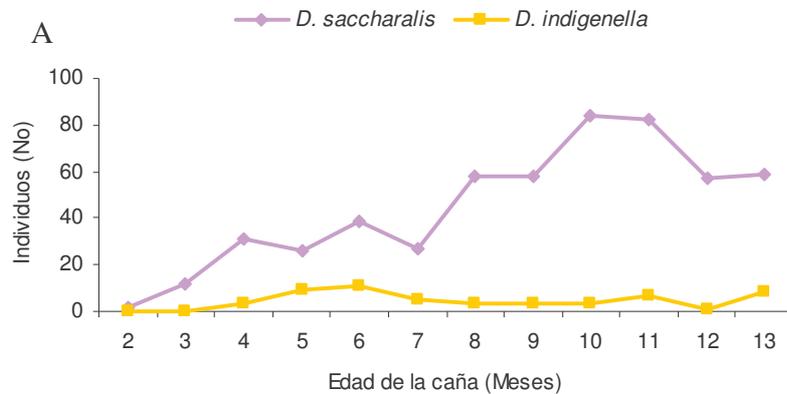
En la variedad resistente, a pesar de tener la presión de la plaga, las poblaciones del barrenador fueron bajas en comparación con las de la variedad susceptible. Hubo un leve predominio de *D. saccharalis* que tuvo un ligero incremento en el cuarto mes de desarrollo de la caña (Fig. 39 B)

Figura. 39. Fluctuación de especies de *Diatraea* spp. A: CC 93 - 3826 B: CC 85 - 92

⁹⁷ TREJOS, A. y LONDOÑO, F. 1985. Op. Cit. p 77

MUÑOZ, C y PRIETO, L. E. 1995, Op. Cit. p 65

GÓMEZ, L. A. 1990. Op. Cit 1990. p 3- 7



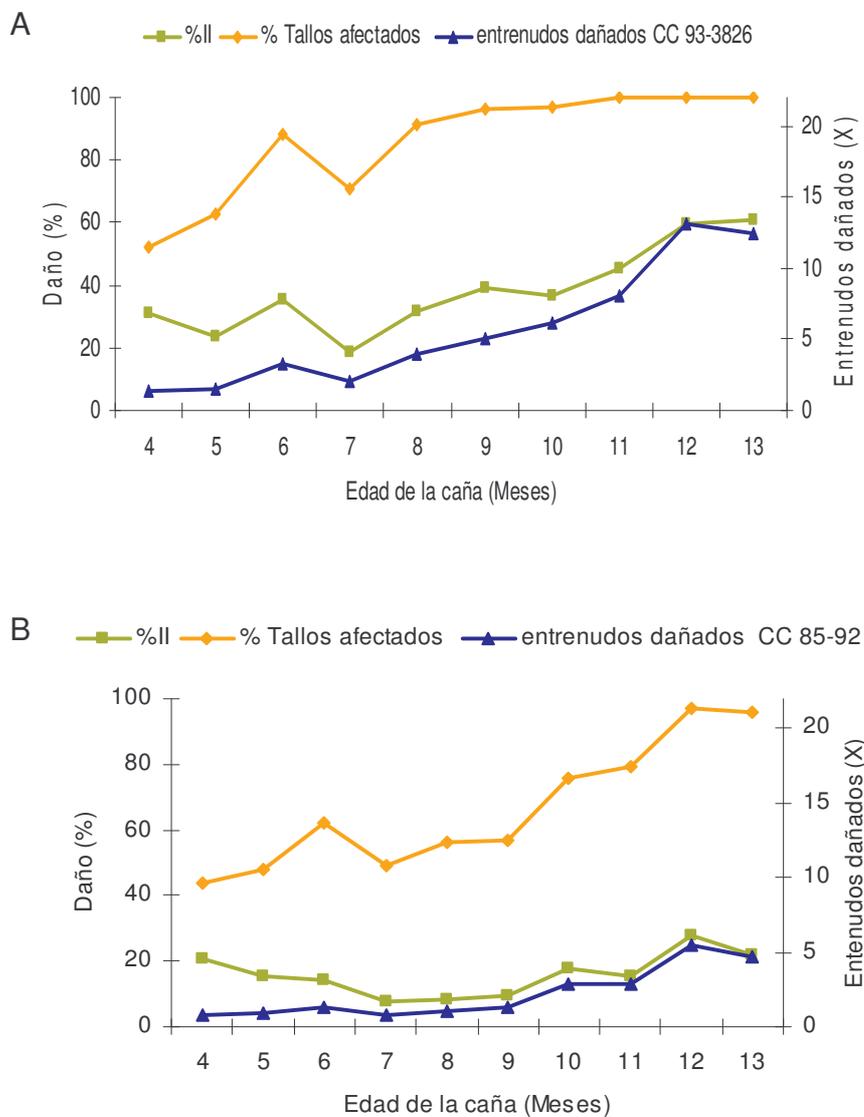
El efecto varietal fue altamente marcado en la manifestación del daño causado por la plaga. La variedad CC 93 – 3826 es muy susceptible al ataque, mientras que, la variedad CC 85 – 92 mostró un daño siempre inferior. El daño se presentó desde los cuatro meses en que se iniciaron las evaluaciones, y a partir de ese momento se reflejó la acción de la población de los barrenadores.

Es de notar, sin embargo, que la variación de la cantidad de daño a través del tiempo se manifiesta en forma diferente, de acuerdo con el parámetro que se escoja para expresarlo. Si se tiene en cuenta que la población de los barrenadores, en general, aumentó al avanzar la edad del cultivo, de igual forma debería de ocurrir con el daño que estos causan. De hecho, así ocurrió cuando se expresó a través del porcentaje de tallos dañados o del número de entrenudos dañados/ tallo, tanto en la variedad susceptible (Fig. 40A), como en la variedad resistente. (Fig. 40B). Pero, al expresarlo a través del porcentaje de entrenudos barrenados, se observó que hasta los siete meses de edad tuvo la tendencia a disminuir para luego mostrar una tendencia creciente. Esto resulta del hecho de que en este parámetro se involucra al número de entrenudos que van aumentando

con la edad del cultivo. La tendencia de disminuir a los siete meses, se presenta por que la tasa de incremento del número de entrenudos es mayor que la de entrenudos barrenados. Un resultado práctico de esta observación es que se puede llegar a conclusiones erradas si se comparan medidas del porcentaje de entrenudos barrenados en diferentes edades de la caña, pero esta medida mantiene su validez cuando se lleva a cabo en el momento de la cosecha.

Al expresar el daño en porcentaje de tallos afectados, se debe tener en cuenta que este parámetro tiene un límite y es el de tener un tope (100%) en el cual no muestra ya los incrementos del daño en el tiempo, tal como se observa en la variedad CC 93 – 3826, que desde el noveno mes y hasta finalizar el cultivo se mantuvo con el 100% de sus tallos afectados (Fig. 40A), mientras que, en CC 85 – 92 se logró apreciar la fluctuación de daño en el tiempo.

Figura. 40 Expresión de daño. A: Variedad CC 93 – 3826 B: Variedad CC 85 – 92

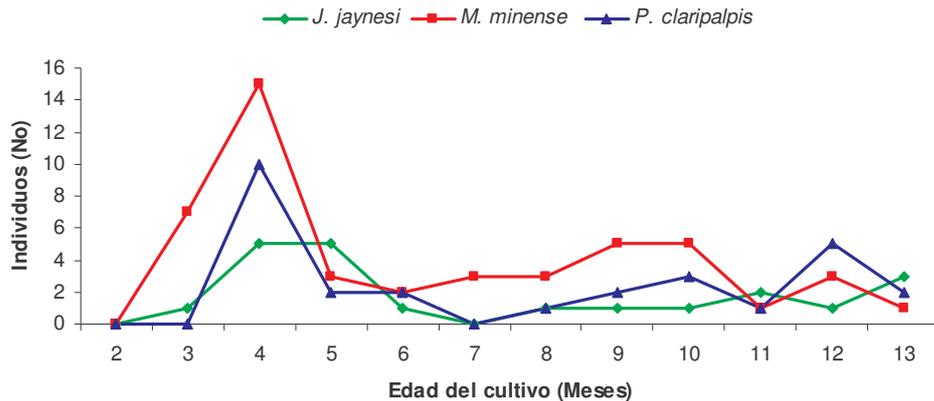


3.2.1.2 Parasitoides

De acuerdo con las recolecciones mensuales, se puede observar en la figura 41 que, en general, las tres especies presentan un mejor comportamiento en el estado joven del cultivo, es decir, entre los meses tercero y quinto. A partir del sexto, los individuos tendieron a disminuir. *M. minense* mantuvo durante el ciclo del cultivo las poblaciones levemente superiores con respecto a los otros

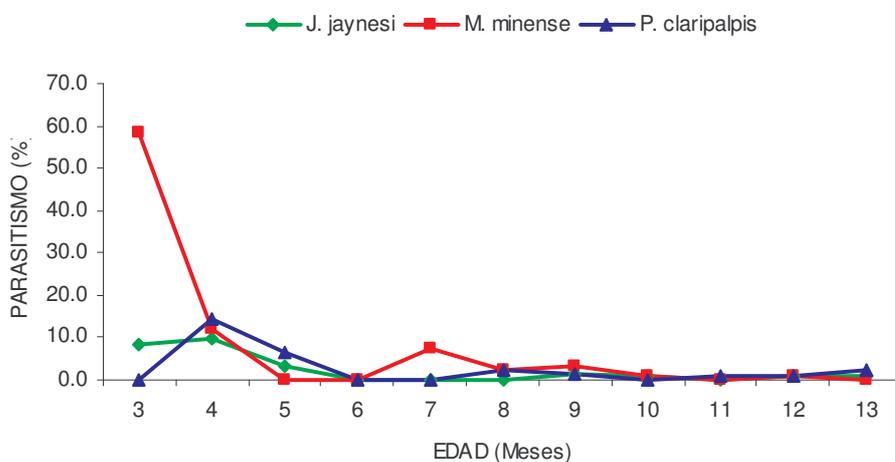
parasitoides, sin embargo, cabe recordar que esta especie se encontró, regularmente, con más de un individuo en las galerías del barrenador, lo que pudo haber generado sobreestimación del número de individuos de la especie. No obstante, este hecho puede esclarecerse con las observaciones de parasitismo.

Figura. 41 Composición de parasitoides, durante un ciclo de cultivo.



El cálculo de parasitismo teniendo en cuenta la especie de *Diatraea*, no arrojó datos representativos para *D. indigenella*, puesto que, en todo el ciclo del cultivo hubo 74 individuos recolectados, mientras que, las poblaciones de *D. saccharalis* fueron en total de 654 individuos. Por esta razón, la estimación de parasitismo se realizó con la especie *D. saccharalis*. La figura 42 confirmó lo encontrado en las recolecciones de parasitoides en campo en cuanto a la época de acción de los parasitoides. El parasitismo ejercido por las tres especies fue similar durante el desarrollo del cultivo, excepto en el tercer mes, cuando *M. minense* obtuvo un valor elevado, sin embargo, en este periodo se recolectó la menor cantidad de larvas del barrenador (Ver figura 38)

Figura. 42 Parasitismo ejercido sobre *D. saccharalis*



En general, a pesar de haber realizado liberaciones casi inundativas de los parasitoides en la EESA, el parasitismo ejercido fue bajo y se manifestó mejor en la primera etapa de desarrollo del cultivo. En orden de acción, *M. minense*, fue el más importante sobre *D. saccharalis* tal como se había anotado en la sección correspondiente a composición de especies en el valle del río Cauca.

3.2.2 Condiciones de cultivo de la EESA

La situación que se vive en la EESA en relación con los barrenadores es especial. Su situación geográfica (zona sur) daría pie para pensar que *D. indigenella* fuera dominante, pero, no fue así, y por el contrario, dominó *D. saccharalis*. Además, los niveles de daño en sus campos han sido bastante altos, en comparación con los observados en otros campos de la zona sur.

La explicación de este fenómeno, muy probablemente reside en la interacción de diversos factores. De acuerdo con la información recolectada y con la discusión llevada a cabo acerca de varios aspectos, se han considerado dos elementos que pueden haber incidido en la alta presencia de daño observado en la EESA y que darían una explicación parcial del brote de *Diatraea* presentado en la zona sur y centro del valle del río Cauca. Por un lado, la presencia de una variedad susceptible, como CC 93 – 3826 permitió una proliferación de *D. saccharalis*. Fue así como ocurrió en el ensayo analizado, en donde la especie predominante en la zona, *D. indigenella*, fue desplazada, y la abundancia y proliferación de la especie desplazadora, *D. saccharalis*, facilitó un cambio en su comportamiento en el sentido de dejar de predominar tan solo en las primeras etapas del desarrollo del cultivo, tal como ya se había registrado⁹⁸.

Por otro lado, los lotes de la EESA se caracterizan, a diferencia de la mayoría de los campos comerciales, porque, debido a la experimentación que allí se realiza, se cosechan las cañas sin quemarlas. Esta situación ha sido dominante en un periodo mayor de 20 años. Este hecho se ve reforzado por los dos ingenios que mostraron mas daño por barrenadores en los años 2005 y 2006, Mayagüez y Manuelita, que han tenido la mayor área bajo cosecha en verde⁹⁹

⁹⁸ TREJOS, A. y LONDOÑO, F. 1985. Op. Cit. p 77

GÓMEZ, L. A. 1990. Op. Cit p 3- 7

MUÑOZ, C y PRIETO, L. E. 1995, Op. Cit. p 65

⁹⁹ ENTREVISTA con Claudia Ximena Calero, funcionaria ASOCAÑA, Cali, 15 julio, 2007

La explicación de porque la quema reduce las poblaciones del barrenador tampoco está clara. Así como puede inducir mortalidad de algunos estados de desarrollo del barrenador, también podría permitir una mayor actividad de sus parasitoides. En general, para dilucidar si la presencia de las variedades muy susceptibles o cambios hacia la cosecha en verde, influyen en las poblaciones de los barrenadores va a ser necesario obtener información precisa a través de experimentación más específica.

Es importante mencionar que los factores: variedad susceptible y sistema de cosecha en verde, dentro de las zonas agroecológicas pertenecientes al grupo de humedad C0 (déficit de humedad), pueden ser más vulnerables al ataque de la plaga y favorecer su proliferación. Por lo tanto es necesario realizar programas de evaluación de daño constantes y liberaciones periódicas, con el fin de evitar nuevos brotes.

3.3 CONTROL DE CALIDAD DE PARASITOIDES CRIADOS MASIVAMENTE PARA EL CONTROL DE *Diatraea* spp.

3.3.1 Individuos de campo.

La medición de los parámetros de calidad escogidos no pudo llevarse a cabo en los individuos de campo. Todo ocurrió debido a que, en los muestreos realizados, hubo una escasa recolección de individuos (puparios) en lotes de caña. Además, la emergencia de adultos se dio de una manera desuniforme, puesto que, por ser recolectadas de poblaciones naturales, la edad de los individuos fue variable. Por esta razón, hubo momentos en los cuales se presentó una desproporción de sexos como resultado de la emergencia de pocos individuos, es decir, a veces emergían mas hembras que machos o al contrario. En consecuencia, la copula no ocurrió normalmente o simplemente no se dio. Por lo anterior, solo dos hembras alcanzaron el periodo de maduración establecido, pero, al disectarlas las cresas no estaban bien formadas.

3.3.2 Parámetros de calidad en individuos de laboratorios

3.3.2.1 Peso de puparios.

El rango de variación del peso promedio de los puparios provenientes de los diferentes laboratorios, fue amplio, desde 19.04 mg para el menor hasta 44.47 para el mayor. A su vez, la variación de los datos provenientes de cada laboratorio, expresada en términos de coeficiente de variación, fue del 17% en promedio (Anexo F). A pesar de las características del comportamiento de esta variable, el análisis estadístico y la correspondiente prueba de Duncan ($p= 0.05$), mostró una buena separación entre los valores obtenidos de cada laboratorio

(Cuadro 7). Si se tiene en cuenta los valores suministrados por los laboratorios, (Ver cuadro 3)¹⁰⁰, el peso de los puparios obtenidos, primero, en términos generales, fue superior y segundo, indicó una mayor variación

Cuadro 7. Peso de puparios de los laboratorios de cría masiva de moscas.

Laboratorio	N ¹	Promedio de peso de puparios (mg)
9	54	44.47 a ¹
1	88	40.28 b
7	93	39.61 b
3	90	37.16 c
8	74	33.95 d
6	74	33.34 d
5	68	31.22 e
2	88	23.18 f
4	81	19.04 g

¹ N = Número de individuos emergidos.

² Valores con la misma letra no difieren significativamente. Prueba para el rango múltiple de Duncan 0.05%

En lo referente a la influencia del sexo de la mosca sobre el peso de puparios, se registraron diferencias significativas entre el peso del macho y la hembra, siendo la hembra más pesada que el macho. (Cuadro 8, Anexo F)). Sin embargo, la diferencia no fue sino de 4 mg, valor que no da pie para pensar que existe la posibilidad de sexar los puparios a través de su peso y, por ende, en función de su tamaño.

Cuadro. 8. Intervención del sexo de la mosca en el peso del pupario.

Sexo	N ¹	Peso (mg)
Hembra	353	35.34 a ²
Macho	352	31.14 b

¹ N = Número de observaciones correspondientes a puparios de todos los laboratorios.

² Valores con la misma letra no difieren significativamente. Prueba para el rango múltiple de Duncan 0.05%

¹⁰⁰ Cenicaña, 2005. Op. Cit. p 65

3.3.2.2 Emergencia:

Las condiciones ambientales de los dos sitios, laboratorio del ingenio Mayagüez y campo, expresados en términos de la temperatura y humedad relativa en tres momentos del día (7 a.m., 1 p. m. y 4 p. m.) en el periodo de evaluación, (Enero 24 a Abril 20 de 2007), se pueden apreciar en el cuadro 9.

Cuadro 9. Condiciones ambientales de laboratorio y Campo

Condiciones ambientales en laboratorio de cría masiva.

Hora	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)
7:00 a.m.	23.3 ± 2	70.7 ± 3
1:00 p.m.	23.8 ± 2	67.4 ± 3
4:00 p.m.	23.8 ± 2	62.7 ± 3

Condiciones ambientales en campo (Lote de caña CENICAÑA)

Hora	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)
7:00 a.m.	22 ± 1	80.7 ± 5
1:00 p.m.	30.7 ± 3	52.4 ± 8
4:00 p.m.	30.5 ± 2	52.6 ± 8

El ambiente al que estuvieron expuestos los puparios, campo o laboratorio, no fue significativo en la cantidad de moscas emergidas, en el campo la emergencia promedio fue de 82.44% y en el laboratorio de 81.33% (Anexo G), mientras que, el laboratorio de procedencia de los lotes si presentó diferencias en la emergencia de adultos.

En el cuadro 10 se aprecian los valores de porcentaje de emergencia, los cuales presentaron un amplio rango de variación entre los laboratorios evaluados. Este rango osciló entre 96%, para el laboratorio 7, y 55%, para el laboratorio 9. De los nueve laboratorios evaluados, seis tuvieron una emergencia por encima del 85%, sin haber diferencias significativas en los correspondientes valores de emergencia, los tres restantes mostraron emergencias por debajo del 80% y el laboratorio 9, el peor, tuvo una emergencia cercana al 50%.

Con base en la información suministrada por los laboratorios¹⁰¹, se había aceptado que la emergencia de los adultos debería estar por lo menos en el 90%, y de ser

¹⁰¹ CENICAÑA, 2005. Op. Cit. p 65

así, solo cuatro laboratorios cumplirían con esta exigencia. Por lo tanto, este parámetro, debe ser evaluado y analizado con más detenimiento para proponer un límite más acorde con la realidad.

Cuadro 10. Comparación de emergencia de puparios entre los laboratorios de cría masiva

Laboratorio	Emergencia (%)
7	96 a ¹
2	91ab
1	91ab
3	91ab
4	86 abc
6	85 abc
8	77 bc
5	71 c
9	55 d

¹ Valores con la misma letra no difieren significativamente. Test para el rango múltiple de Duncan 0.05%

3.3.2.3 Proporción de sexos:

En el cuadro 11 están consignados los valores de proporción de sexos (Anexo H). Con base en estos resultados, se observa que, todos los laboratorios presentaron la proporción entre hembras y machos cercana a 1♀:1♂, y, de acuerdo con el muestreo realizado, se nota que es un parámetro que se mantiene constante, sin ninguna variación, y no parece tener mucha influencia, como si ocurre con otros parasitoides, como es el caso de aquellos pertenecientes al orden Hymenoptera, en los cuales las hembras no copuladas dan origen exclusivamente a machos, y por consiguiente a una desproporción de sexos.¹⁰²

¹⁰² LENTEREN, V. 2003. Op. Cit. p 147.

Cuadro 11. Proporción de sexos de las moscas entre los laboratorios de cría comercial

Laboratorio	Proporción de sexos
1	0.63 a ¹
9	0.55 a
3	0.54 a
7	0.53 a
2	0.49 a
4	0.44 a
5	0.44 a
6	0.43 a
8	0.43 a

¹ Valores con la misma letra no difieren significativamente. Prueba para el rango múltiple de Duncan 0.05%

3.3.2.4 Individuos atípicos

La cantidad de individuos atípicos dependió del laboratorio del cual provinieron. (Cuadro.12; Anexo J). El intervalo de variación osciló entre 1 y 12% de deformidad. De acuerdo con los criterios considerados para la cría comercial¹⁰³, la actividad de individuos atípicos no debe ser superior del 2% del total de los adultos emergidos, pero, según los muestreos realizados, la mayoría de laboratorios sobrepasaron este valor. Llamen la atención, los laboratorios 6 y 9 que tuvieron valores bastante altos con respecto al resto de laboratorios.

Cuadro. 12 Individuos atípicos de cada laboratorio de cría.

Laboratorio	Individuos atípicos (%)
6	12 a ¹
9	9 ab
4	6 bc
5	4 bc
8	4 bc
2	3 c
1	3 c
7	3 c
3	1 c

¹ Valores con la misma letra no difieren significativamente. Prueba para el rango múltiple de Duncan 0.05%

¹⁰³ CENICAÑA, 2005. Op. Cit. p 65

3.3.2.5 Mortalidad de hembras

Uno de los factores que puede incidir en la eficiencia del individuo en condiciones de campo, es la mortalidad de adultos. (Lenteren, 2003; Bigler (1991) citado por O' Neil *et al*, 1998)¹⁰⁴. De los nueve laboratorios evaluados, los laboratorios 6 y 9 presentaron amplias diferencias con el resto de laboratorios, debido a que murieron la mitad de sus hembras antes de cumplir el periodo de gestación, de 10 días, mientras que, los otros laboratorios estuvieron en un rango entre 3 y 12% de mortalidad. (Cuadro 13; Anexo K). A pesar de que en las muestras de la mayoría de laboratorios la mortalidad de las hembras antes de cumplir su periodo de gestación es igual o inferior al 10%, existen casos en los cuales se presentó una alta mortalidad, y por lo tanto, es un parámetro que debe ser considerado como un indicador del material producido y entregado comercialmente

Cuadro. 13 Mortalidad de individuos en condiciones de campo.

Laboratorio de cría comercial	Mortalidad (%)
9	50.435 a ¹
6	47.471 a
4	11.991 b
2	10.664 b
5	9.903 b
3	5.662 b
1	5.263 b
8	4.545 b
7	3.030 b

¹ Valores con la misma letra no difieren significativamente. Prueba para el rango múltiple de Duncan 0.05%

3.3.2.6 Progenie

La fecundidad es el factor que indica, en teoría, la cantidad de individuos de la plaga que podrían ser parasitados como resultado de la liberación¹⁰⁵. Entre los laboratorios evaluados hubo amplias diferencias en la progenie total de crías, y

¹⁰⁴ LENTEREN, V. 2003. Op. Cit. p 15.

O' NEIL, R., GILES, K., OBRYCKI, J., MAHR, D., LEGASPI, J. AND KALOVICH, K. 1998. Op. Cit. p 2

¹⁰⁵ Ibid., p 15
Ibid., p 2

el rango de variación estuvo entre 289.53 crsas para el menor (Lab. 4) y 546.93 para el mayor (Lab.1). El laboratorio 6 presentó menor número de observaciones debido a la mortalidad de hembras que se presentó en el periodo de evaluación. (Cuadro 14). Trujillo y Urbano (1989)¹⁰⁶ habían determinado que la progenie de hembras maduras, para la especie *M. minense*, estaba por encima de 350 crsas/hembra. Analizando este criterio, los laboratorios 2 y 4 estuvieron por debajo del valor propuesto y los laboratorios 1, 3, 7, 8 y 5 fueron ampliamente superiores.

Cuadro. 14 Progenie total de crsas de hembras mantenidas en condiciones de campo

Laboratorio de cría comercial	N ¹	Progenie total
1	30	546.93 a ²
3	30	512.83 ab
7	30	489.20 ab
8	30	462.03 abc
5	30	450.73 abc
9	30	399.67 dc
6	19	392.58 dc
2	30	319.57 ed
4	30	289.53 e

¹ N = Número de observaciones

² Valores con la misma letra no difieren significativamente. Prueba para el rango múltiple de Duncan 0.05%

La progenie total de crsas mostró la cantidad de individuos que poseen las moscas al cumplirse el periodo de gestación. Sin embargo, la actividad de las crsas en el momento de la disección, es la que genera la idea de la verdadera capacidad parasítica de las hembras liberadas en el campo. Este indicador mostró diferencias entre los promedios del porcentaje de crsas activas correspondientes a los diferentes laboratorios (Anexo L). El rango de los valores de actividad de crsas fue de 30% para la menor y 73% para la mayor. (Cuadro 15)

Una forma práctica de conocer la actividad de las crsas a nivel de productores es a través del número de larvas de *D. saccharalis* que se pueden inocular después de disectar una hembra de *M. minense*. (Ver cuadro 3)¹⁰⁷. Si asumimos que comercialmente la producción de moscas se hace inoculando entre 2 y 3 crsas

¹⁰⁶ TRUJILLO, D. y URBANO, F. 1989. Op. Cit. p 87.

¹⁰⁷ CENICAÑA, 2005. Op. Cit. p 65

por larva, o sea 2.5 en promedio, entonces, de los 9 laboratorios 5 inocularon 100 larvas o más y 4 no estarían en la capacidad de cumplir con el valor que fue mencionado en la información suministrada por los laboratorios (Cuadro 15). Este es otro parámetro que sirve como un indicador de calidad del material biológico producido y liberado comercialmente.

Cuadro. 15. Actividad de cresas de hembras maduras

Laboratorio	Actividad de cresas (%)	Cresas activas (No)	Larvas que pueden ser inoculadas por hembra disectada
1	72.914 a ¹	399	160
3	68.164 ab	348	139
5	63.871 ab	289	116
6	61.998 ab	243	97
8	57.273 b	263	105
7	33.938 c	166	66.4
2	33.019 c	106	42.6
4	31.241c	90	36.6
9	30.141 c	120	48

¹ Valores con la misma letra no difieren significativamente. Test para el rango múltiple de Duncan 0.05%

De acuerdo con la información recolectada acerca de la actividad de cresas en diferentes días de maduración, se concluyó que entre 10 y 12 días de edad de la mosca, no hay diferencias en la actividad de sus cresas (Cuadro 16; Anexo L). Sin embargo, vale la pena resaltar que se notó una tendencia de que entre 10 y 12 días se incrementó el porcentaje de cresas activas.

Cuadro. 16. Actividad de la progenie según la edad

Edad de la mosca	Actividad de cresas (%)
12 días	53.47a ¹
11 días	48.986 a
10 días	47.94 a

¹ Valores con la misma letra no difieren significativamente. Test para el rango múltiple de Duncan 0.05%

3.3.3 Relación entre parámetros

De los parámetros evaluados seis demostraron diferencias entre los laboratorios: el peso de puparios, la emergencia, los individuos atípicos, la mortalidad, la progenie total y la actividad de crasas. Para determinar cuales estaban influenciados entre sí, se hizo un análisis de correlación entre ellos. Es de notar, que los valores correspondientes al laboratorio 9 fueron anómalos, puesto que, presentaron las pupas de mayor peso y a su vez, fueron las pupas que dieron el menor valor de emergencia y de crasas activas y, de mayor mortalidad y de individuos atípicos, características no deseables, contrariamente a lo que mostraron los otros laboratorios. Por esta razón se excluyó del análisis de correlación correspondiente a los tres valores. (Cuadro 17)

Cuadro 17. Valoración de los laboratorios comerciales

Parámetros de calidad	LABORATORIOS COMERCIALES								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Peso de puparios (mg)	40.28 +	23.18 -	37.16 +	19.04 -	31.22 +/-	33.34 +/-	39.61 +	33.95 +/-	44.47 +
Emergencia (%)	++	++	++	+	+/-	+	++	+	-
Individuos atípicos (%)	+	+	++	+/-	+	-	+	+	-
Mortalidad de Hembras (%)	+	+/-	+	+/-	+/-	-	+	+	-
Progenie de hembras (No)	++	-	++	-	+	+	+	+	+
Actividad de crasas	++	-	++	-	++	++	-	+	-

+: Bueno, +/-: Regular, -: Malo

Bajo estas condiciones se estableció una alta correlación entre las variables: peso de puparios y la progenie total y, a su vez, esta última con la actividad de crasas, indicando, por lo tanto, que pupas de mayor tamaño dan origen a una mayor cantidad de progenie y de crasas activas. Así mismo, el porcentaje de individuos atípicos con el porcentaje de mortalidad tuvo un alto grado de correlación. (Cuadro 18)

Es de notar, no obstante, que esta es la primera aproximación que se hace para determinar los parámetros y los respectivos valores que se utilizarían para ejercer un grado de control sobre *M. minense*, parasitoide que se utiliza para controlar al

barrenador de la caña de azúcar. Los valores establecidos se calcularon basados en una muestra de cada laboratorio que permitió dimensionar la variabilidad de cada parámetro en el conjunto de laboratorios. Quedó pendiente hacer una evaluación acerca de la variación de los parámetros a través del tiempo en los diferentes laboratorios, para ser más justos con los requerimientos de calidad del material producido.

Cuadro. 18. Relación entre parámetros

Parámetros de calidad	Peso	Emergencia	Individuos atípicos	Proporción de sexos	Mortalidad	Progenie	Actividad de cresas
Peso	*						
Emergencia	0.21	*					
Individuos atípicos	-0.22	-0.22	*				
Proporción de sexos	0.58	0.65	-0.55	*			
Mortalidad	-0.14	-0.12	0.94	-0.44	*		
Progenie	0.95	0.09	-0.42	0.64	-0.35	*	
Actividad de cresas	0.62	-0.33	0.01	0.29	0.13	0.70	*

Nivel de significancia = **0.01%**, **0.05%**, **0.1%**

Teniendo en cuenta estas consideraciones, se plantea, que para medir la calidad del material producido por un laboratorio, se midan los siguientes parámetros: peso de puparios, emergencia, individuos atípicos, mortalidad de hembras adultas antes de 12 días, y número de larvas inoculadas con 2 y 3 cresas. Además, se asignaron valores de calificación a los parámetros considerados y, teniendo en cuenta que las variables mortalidad y larvas inoculadas podrían tener mayor incidencia en el pronóstico de la eficiencia de los parasitoides en el campo, se les dio un valor de mayor peso (5) para el lote que cumpla el límite deseado. (Cuadro. 19)

Cuadro 19. Valores límites de parámetros de calidad

<u>Parámetros</u>	<u>Calificación</u>	<u>Parámetros</u>	<u>Calificación</u>
<u>Peso de puparios</u> > 35 mg. Bueno 30 – 35 mg. Aceptable 25 – 30 mg. Regular < 25 mg. Malo	4 3 2 1	<u>Emergencia:</u> > 90% Bueno 75 – 90 % Regular < 75% mala	3 2 1
<u>Individuos atípicos</u> < 2 % Bueno 2 – 5 % Regular > 5% Mala	3 2 1	<u>Mortalidad</u> < 10 % Bueno 10 – 20 % Aceptable > 20% Mala	5 3 1
<u>Larvas inoculadas</u> 100 o más Bueno 75 – 100 Aceptable 60 – 75 Regular < 60 Malo	5 4 2 1		

A título de ejemplo, basados en los parámetros considerados y de su respectiva calificación, los lotes de pupas suministrados por los laboratorios estarían dentro de una valoración de máximo 20 puntos, para el laboratorio que cumple con los parámetros deseados, y 8 para el menor puntaje (Cuadro. 20). Teniendo en cuenta estos valores, podría considerarse que para medir estos parámetros a nivel de cría en el laboratorio, lotes por debajo de 15 puntos presentan dos ó más variables con calificación 1, que no son deseables para el lote, por lo tanto se descartaría. Ahora si, considerando que el material biológico entregado por los productores para la liberación al campo es en estado de adulto, las variables que se pueden medir serían mortalidad de individuos durante el periodo de gestación y número de larvas inoculadas/ mosca, para esto se sugiere que la calificación sumada entre los dos parámetros no debe ser menor de 8, de lo contrario se descartaría.

Cuadro 20. Calificación de los parámetros considerados en los laboratorios comerciales

Parámetros de calidad	LABORATORIOS COMERCIALES								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Peso de puparios (mg)	4	1	4	1	3	3	4	3	4
Emergencia (%)	3	3	3	2	1	2	3	2	1
Individuos atípicos (%)	2	2	3	1	2	1	2	2	1
Mortalidad de Hembras (%)	5	3	5	3	5	1	5	5	1
Larvas inoculadas	5	1	5	1	5	4	2	5	1
Total	19	10	20	8	16	11	16	17	8

4. CONCLUSIONES

4.1 COMPOSICION DE ESPECIES DE *Diatraea* Y DE SUS PARASITOIDES EN EL VALLE DEL RIO CAUCA

- La abundancia de *D. saccharalis* disminuyó de norte a sur, mientras que, *D. indigenella* aumentó sus poblaciones de sur a norte, notándose que cada especie se localizó geográficamente en sectores definidos.
- Teniendo en cuenta la edad de la caña, en las zonas centro y sur, *D. saccharalis* disminuyó sus poblaciones al final del desarrollo del cultivo, mientras que, *D. indigenella* incrementó sus poblaciones en el mismo periodo.
- Se notó un resurgimiento de *D. saccharalis* en las zonas sur y centro del valle del río Cauca, donde antes predominaba totalmente *D. indigenella*, y su localización geográfica coincidió con las zonas de mayor ocurrencia de daño detectado en 2005.
- Se registró por primera vez la presencia, escasa pero continua, de *D. indigenella* en la zona norte.
- La acción de los parasitoides fue mejor en la primera mitad de desarrollo del cultivo.
- Sobre *D. saccharalis* actuaron las tres especies de parasitoides, pero, *M. minense*, manifestó mayor especificidad mientras que, sobre *D. indigenella* su acción fue casi nula.
- *J. jaynesi*, ejerció mayor parasitismo que las especies liberadas y sólo esta especie tuvo acción sobre las poblaciones de la especie endémica *D. indigenella*.
- Las poblaciones del parasitoide *P. claripalpis* fueron escasas y su presencia se limitó a los sectores donde se libera.

4.2 FLUCTUACION DE POBLACIONES DE *Diatraea* spp. Y DE SUS PARASITOIDES DURANTE UN CICLO DE CULTIVO.

- Para estudiar las poblaciones del barrenador o de sus parasitoides, o para calcular el porcentaje de parasitismo, se debe incluir únicamente estados vivos recolectados en el campo.
- En la EESA predominó la especie *D. saccharalis*, contrario a lo registrado en la zona sur a la cual pertenece, donde actualmente predomina *D. indigenella*. Sin embargo, su localización coincidió con las zonas de mayor presión de la plaga detectada en 2005.
- CC 93 – 3826 mostró más susceptibilidad a *D. saccharalis* que a *D. indigenella*, mientras que, CC 85 – 92 presentó niveles de resistencia semejantes a ambas especies de barrenadores.
- El ataque de *D. saccharalis* a CC 93 – 3826 ocurrió desde la etapa de germinación y continuó aumentando hasta la cosecha, mientras que, las poblaciones de *D. indigenella* fueron bajas. En CC 85 – 92 la población de *D. saccharalis* fue baja y su fluctuación fue semejante a *D. indigenella*.
- Para medir la fluctuación de daño por los barrenadores a través del tiempo, es mejor utilizar el número de entrenudos dañados / tallo.
- Para comparar el daño causado por barrenadores, se puede utilizar el porcentaje de entrenudos barrenados siempre y cuando la evaluación se haga en cañas de la misma edad.
- La acción de los parasitoides fue mayor en los cinco primeros meses del cultivo.
- Hubo mayor actividad parasítica de *M. minense* sobre *D. saccharalis*.

4.3 CONTROL DE CALIDAD DE PARASITOIDES CRIADOS MASIVAMENTE PARA EL CONTROL DE *Diatraea* spp.

- Los parámetros evaluados: peso de puparios, emergencia, individuos atípicos, longevidad y progenie de crías, tuvieron alta variabilidad entre los productores de cría masiva. La proporción de sexos fue el único parámetro en el que tuvieron valores semejantes.

- El peso de los puparios influyó directamente sobre la progenie de crías de la hembra y de sus crías activas. Pupas de mayor tamaño (> 35mg.) dieron origen a una mayor cantidad de progenie y de crías activas, que son las cualidades más relevantes para pronosticar la eficiencia de las moscas en el campo.
- En general, como una aproximación para los valores de parámetros recomendados para tener una buena producción de insumos biológicos y, por ende, mayor garantía de eficiencia en el campo son:
 1. Peso de puparios: 35 mg. o mayor
 2. Emergencia: superior a 90 %
 3. Individuos atípicos: menor de 2%
 4. Mortalidad de hembras durante el periodo de gestación: menor del 10%
 5. Larvas inoculadas /mosca: 100 o más
- Se escogieron unos parámetros y se determinaron valores correspondientes que sirven para establecer la calidad de los parasitoides criados comercialmente, que controlan a *Diatraea* spp.

BIBLIOGRAFIA

- ALEMAN, J.; RICHARDS, M.; PLANA, L.; LLANEZ, G.; FERNANDEZ, M. y VIDAL, M. 2001. Comportamiento de indicadores de calidad en poblaciones salvajes y de laboratorio de *Lixophaga diatraea* Townsend (Diptera: Tachinidae). En: Revista protección vegetal. La Habana – Cuba. Vol. 16 No 1. pp 15 – 19
- ALMEIDA, L. C.; ARAUJO, J., GASPARI DE P. S. y ARAUJO, DE S.M. 1986. Biología y competición interespecífica de taquínidos. En: Pesq. Agropec. Bras., Brasil. Vol 21, No 10. pp 1004 - 1009
- BENNETT, F. 1969. Tachin flies as biological control agents for sugar cane moth borers. En: Williams, J. R. *et al.* Pets of sugar cane. Amsterdam – London: Elsevier. . P 117 - 143
- BLESZYNSKI, S.1969. The taxonomy of the Cambrine moth borer of sugar cane En: Williams, J. R. *et al.* Pets of sugar cane. Elsevier. Amsterdam – London. p 25
- BIGLER, F. 1989. Quality assessment and control in entomophagous insects used for biological control. En: Journal of Applied Entomology. Germany, F.R. Vol. 108(4) p. 90-400.
- BOX, H. 1927. Apuntes preliminares respecto al descubrimiento de algunos parásitos de huevos de *D. saccharalis* (F) en Tucumán. En. Rev. Industrial y agrícola de Tucumán. Vol 18 p 53 – 60.
- _____ 1950 Observations of sugarcane moth borer *Diatraea saccharalis* (Fabr.) in Perú. En: Congress of the international society of sugarcane technologists. Australia, 1950. p. 328 - 343
- _____. 1956. New species and records of *Diatraea* and *Xanthopherne* (Lep: Pyralidae). Bull. En: Entomologist Research. Vol 22: 1 p. 50
- CENTRO DE INVESTIGACION DE LA CAÑA DE AZUCAR DE COLOMBIA. 1984. Informe anual 1984. En: Programa de Variedades – Entomología. Cría de *Diatraea*. Cali: Cenicaña, 1984. p 167 - 173
- _____.1988. Informe anual 1988. En: Programa de Variedades - Entomología: Estudios sobre el efecto del daño causado por *Diatraea* en semilla vegetativa. Tomo II. Cali: Cenicaña, 1988. p 228 – 231
- _____. 1991. Evaluación de intensidad de infestación por *Diatraea* spp. y determinación del parasitismo natural. En: Comité de control biológico. Acta 006

EESA. Cali: Cenicaña, 1991. p 1 -7 (Informe interno de trabajo del programa de variedades, área de Entomología)

CENTRO DE INVESTIGACION DE LA CAÑA DE AZUCAR DE COLOMBIA. 1992. Proporción de especies de *Diatraea* y de sus parasitoides, en los ingenios azucareros. En: Comité de control biológico. Acta 002 Incauca. Cali: Cenicaña, 1992. p 1 – 5. (Informe interno de trabajo del programa de variedades, área de Entomología)

_____. 1994. Informe anual 1994. En: Programa de Variedades. Entomología: Cría masiva de *Jayneleskia jaynesi*. Cali: Cenicaña, 1994. p 430 – 434

_____. 1995. Proporción de especies de *Diatraea*, en el valle del río Cauca y determinación del parasitismo natural en campo. En: Comité de control biológico. Acta 003 EESA. Cali: Cenicaña, 1995 p 1 - 5 (Informe interno de trabajo del programa de variedades, área de Entomología)

_____. 1996. Informe de barrenadores 1994 y 1995. En: Comité de control biológico. Acta 002 EESA. Cali: Cenicaña, 1996. p 1 - 6 (Informe interno de trabajo del programa de variedades, área de Entomología)

_____. 1997a. Barrenadores en el valle del río Cauca en el año 1995. Comité de control biológico. Acta 001 EESA. Cali: Cenicaña, 1997. p 1 - 6 (Informe interno de trabajo del programa de variedades, área de Entomología)

_____. 1997. Barrenadores en el valle del río Cauca en el año 1996. En: Comité de control biológico. Acta 003 EESA. Cali: Cenicaña, 1997. p 1 -10 (Informe interno de trabajo del programa de variedades, área de Entomología)

_____. 2003. Situación actual de *Diatraea spp.* En: Comité de control biológico. Acta 002 Incauca. Cali: Cenicaña, 2003. p 1 - 5 (Informe interno de trabajo del programa de variedades, área de Entomología)

_____. 2005. Diagnóstico de la situación de actual de *Diatraea spp.* en el valle geográfico del río Cauca. En: Informe trimestral del programa de Variedades Julio, agosto, septiembre. Cali: Cenicaña, 2005. 73p (Informe interno de trabajo del programa de variedades)

_____. 2006. Producción de caña y azúcar en el valle del río Cauca, durante 2006. En: Carta trimestral Ene. – Mar. Cali: Cenicaña, 2006. Vol. 29 No 1. p. 31 – 40

CENTRO DE INVESTIGACION DE LA CAÑA DE AZUCAR DE COLOMBIA, 2006. Análisis de algunos componentes de manejo para el brote de *Diatraea spp.*: Estimación de pérdidas causadas por *Diatraea spp.* En: Informe trimestral del

programa de Variedades Octubre – Noviembre – Diciembre. Cali: Cenicaña, 2006 80p (Informe interno de trabajo del programa de variedades)

CHAMBERS, D. L. 1977. Quality control in mass rearing [Insects]. En: Annual Review of Entomology. USA: Vol. 22 p. 289-308.

DIAZ, A. E. 1995. Aspectos biológicos de *Trichogramma exiguum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) encaminados a su cría masiva. Pasto, 1995, 140 p. Tesis de grado. (Ingeniero Agrónomo) Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas. Área de entomología

GAVIRIA, J. 1971. Campaña biológica del *Diatraea saccharalis* Fabr. mediante cría y propagación de sus enemigos naturales y el combate de otras plagas en el ingenio Riopaila. (Valle – Colombia) 1971. Informe No 1 (Mimeografiado)

_____ 1973. Importancia del control biológico del gusano barrenador de la caña de azúcar. En: I Congreso de la sociedad colombiana de entomología. Memorias. Bogotá, 1973. 12p.

_____ 1981. Métodos para valorar los principales insectos dañinos y benéficos en el cultivo de caña de azúcar. Cali: Ingenio Riopaila, 1981. 12 p

_____ 1990. El control biológico de los insectos plaga de la caña de azúcar en Colombia. En: Congreso de la sociedad colombiana de técnicos de la caña de azúcar y congreso de la asociación de técnicos azucareros de América latina y el Caribe, 1. Memorias. Cali, TECNICAÑA, 1990. Tomo 1, p 201 - 227

GOMEZ, L. A. 1989. El *Diatraea* y la industria azucarera en el Valle del Cauca. En: Carta trimestral – año 11 No 2, Abril – Junio. Cali: Cenicaña, 1989

_____ 1990. Evaluación de la época crítica de ataque y las pérdidas ocasionadas por *Diatraea saccharalis* bajo condiciones de infestación artificial En: Congreso de la asociación colombiana de técnicos azucareros de la caña de azúcar en Colombia. X seminario sobre la mecanización de la caña de azúcar. Cali: Tecnicaña, 1990. p 229 – 236

_____ 1990. Efecto de las liberaciones comerciales de *Trichogramma* sp. para el manejo de *Diatraea* spp. en caña de azúcar. En: Carta trimestral – año No Octubre - Diciembre. 1990. Cali: Cenicaña, 1990. p 3- 7

_____ y LASTRA, L.A. 1995. Los barrenadores de la caña de azúcar. Su manejo y control. Cali: Cenicaña, 1995. 40p

_____ y LASTRA, L.A. 2001. Los barrenadores de la caña de azúcar. Su manejo y control. Cali: Cenicaña, 2001. 45p

GOMEZ, L. A. 2004. Alta incidencia de *Diatraea* en la estación experimental de Cenicaña y en áreas de los ingenios azucareros. Cali: Cenicaña 2005. 6 p. (Documento de trabajo No 539)

_____ y CADENA, P. 2007. Diagnóstico de la situación de *Diatraea* spp. en el Valle del río Cauca, segundo año. En: Carta trimestral Ene. – Mar. Cali: Cenicaña. Vol. 29 No 1. p. 27 - 30

GUAGLIUMI, P. 1962. Las plagas de la caña de azúcar en Venezuela. Tomo II. Ministerio de agricultura y cría. Maracay, Venezuela: Centro de investigaciones agronómicas. Pp 538 – 562.

LENTEREN, V. 2003. Quality Control and Production of Biological Control Agents: Theory and Testing Procedures. Wallingford: CABI Publishing. 327 pp.

LEPPLA, N. y ASHLEY, T. 1989. Quality control in insect mass production: a review and model. En; Bulletin of the Entomological Society of America. USA: Vol. 35(4) p. 33-44.

LINARES, F y BASTIDAS, R. 1996. Descripción comparativa del género *Diatraea* Guiling (Lepidoptera: Pyralidae) que atacan la caña de azúcar en Venezuela. Yaracuy, Venezuela: FONIAP. Serie a No 11. 92p

MENDONCA, A. 1977. Situación actual de *Diatraea* spp. en Venezuela, comparada con las observaciones realizadas en 1975. En: Seminario sobre el problema de los taladradores de la caña de azúcar *Diatraea* spp. Venezuela: Barquisimeto, 28 de Febrero – 3 de Marzo 1977.

METCALFE, J. R. 1969. The estimation of loss caused by sugarcane. En: Williams, J. R. *et al.* Pests of sugar cane. Amsterdam – London: Elsevier. p. 61-79

MORALES, J., GUADALUPE, M., y KING, E. 2000. Diferences in reproductive potencial of two poblations of *Catolaccus grandis* (Hymenoptera: Pteromalidae) and their hybrids. Louisiana: Florida entomologist. Vol 83(2) p 137 – 145

MUÑOZ, C y PRIETO, L. E. Dinámica de poblaciones de los barrenadores *Diatraea* spp. y *Valentinia* sp; en caña de azúcar, *Saccharum officinarum* L. e identificación de parasitoides en la zona centro del Valle del Cauca. Palmira, 1995, 73p. Tesis de pregrado. (Ingeniería Agronómica) Universidad Nacional de Colombia. Área de entomología

O' HARA, J. 2004. Update of Tachinid Names in Arnaud (1978) <http://www.nadsdiptera.org/Tach/Arn/arnaud.htm>

O' NEIL, R., GILES, K., OBRYCKI, J., MAHR, D., LEGASPI, J. AND KALOVICH, K. 1998. Evaluation of the quality of four commercially available natural enemies. *Biological control*. Vol 11, p 1 – 8

PANTOJA, J. L., LONDOÑO, F. GOMEZ, L. A. 1994. Evaluación del efecto de corazones muertos por *Elasmopalpus lignosellus* Zeller y otros barrenadores del tallo de la caña de azúcar en el Valle del Cauca. En: *International sugar journal*. Vol. 96 No 1147. pp 232 – 236.

PASTRANA, C. 1991. Determinación del ciclo de vida de *Diatraea saccharalis* y *Diatraea indigenella* bajo varios regímenes alimenticios y su comparación morfológica. Palmira, 1991, 98p Tesis de pregrado. Universidad Nacional de Colombia. Área de entomología.

RAIGOSA, J., y ESCOBAR, J. 1982. Índices para la evaluación del control de plagas caso del *Diatraea saccharalis* (Fabricius) en caña de azúcar. En: I Curso internacional de control integrado para el grupo andino. Palmira, 1982. 80p

RISCO, B. S. 1960. La situación actual de los barrenadores de la caña de azúcar del género *Diatraea* y otros taladradores, en el Perú, Panamá y Ecuador. En: *Revista Peruana de entomología*. Perú. Vol 3 No 1 pág. 6 – 10

RISCO, B. S. 1964. Los barrenadores del género *Diatraea* y otros taladradores de la caña de azúcar en Santa Cruz Bolivia. En: *Revista Peruana de entomología*. Perú. No 7 (1): 13 - 18

SALAZAR, J. 2005. Taladradores o barrenadores de la caña de azúcar *Diatraea* spp. en Venezuela. <http://www.plagas-agricolas.info.ve/fichas/ficha.php?id=243>

TREJOS, A. y LONDOÑO, F. 1985. Distribución de las especies de *Diatraea* (Lepidoptera: Pyralidae) en caña de azúcar (*Saccharum* spp.) en el valle geográfico del río Cauca y algunas observaciones sobre su parasitismo. Palmira, 1985, 83p. Tesis de pregrado. Universidad Nacional de Colombia. Área de entomología.

TRUJILLO, D. y URBANO, F. 1989. Efecto del uso de dietas artificiales sobre la cría de *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Pyralidae) y sus parasitoides *Paratheresia claripalpis* (Van Der Wulp) y *Metagonistylum minense* (Towsend) (Diptera: Tachinidae), Palmira, 1989, 93p. Tesis de pregrado. Universidad Nacional de Colombia. Área de entomología.

VARGAS, G.; OBANDO, V. y GOMEZ, L. A. 2005. Diagnóstico de la situación de *Diatraea* spp. en el Valle del río Cauca. En: Carta trimestral Jul – Dic. Cali: Cenicaña, 2005. Vol. 27 No 3-4 . p. 27 - 31

VARGAS, G. y GOMEZ, L. A. 2005. Evaluación del daño causado por *Diatraea* spp. en caña de azúcar y su manejo en el Valle del río Cauca. En: Serie divulgativa No 9. Cali: Cenicaña. 2005. 8 p

ZENNER, I.; JARAMILLO, C. T. y GARCÍA, A. C., 1965. Determinación del parasitismo natural del *Diatraea* spp. en dos ingenios del valle geográfico del río Cauca. Palmira, 1965, 79p Tesis de pregrado. Universidad Nacional de Colombia. Área de entomología.

ANEXOS

ANEXO A: Formato de recolección de datos de poblaciones, especies de *Diatraea*, de parasitoides, y registro de parasitismo

FECHA DE RECOLECCION:							
INGENIO							
HACIENDA		SUERTE		EDAD			
VARIEDAD							
IDENTIFICACION PRELIMINAR							
Diatraea	Individuos		Parasitoides		Individuos		
Larvas			Pupas				
<i>D. saccharalis</i>			<i>J. jaynesi</i>				
<i>D. indigenella</i>			<i>M. minense</i>				
			<i>P. claripalpis</i>				
Pupas							
<i>D. saccharalis</i>			Exuvias				
<i>D. indigenella</i>			<i>J. jaynesi</i>				
			<i>M. minense</i>				
Exuvias			<i>P. claripalpis</i>				
<i>D. saccharalis</i>							
<i>D. indigenella</i>							
<i>B. graminea</i>			Total recolección				
IDENTIFICACION FINAL							
DIATRAEA		PARASITOIDE			MUERTAS	OBSERVACION	TOTAL
LARVAS	CONFIRMADAS	Jj	Mm	Pc			
Ds							
Di							
PARASITOIDES	Emergidos		No emergidos		Observación		Total
Jj							
Mm							
Pc							

ANEXO B: Formato para evaluación de daño y poblaciones de *Diatraea* spp.

Evaluación mensual Lote 5.

Fecha:

Edad:

Variedad:

Tallos	EN	BARRENADOS		RECOLECCION			Tallos	EN	BARRENADOS		RECOLECCION		
		D spp	Bls	D spp	Bls	Paras			D spp	Bls	D spp	Bls	Paras
1							51						
2							52						
3							53						
4							54						
5							55						
6							56						
7							57						
8							58						
9							59						
10							60						
11							61						
12							62						
13							63						
.							.						
.							.						
.							.						
.							..						
.							.						
.							.						
.							.						
.							.						
.							.						
39							89						
40							90						
41							91						
42							92						
43							93						
44							94						
45							95						
46							96						
47							97						
48							98						
49							99						
50							100						

% II: _____ X 100 =

% TA: _____ =

% Bls _____ X 100 =

ANEXO C: Formato para el registro de peso de puparios frente al sexo de las moscas

Peso de puparios (mg)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A										
B										
C										
D										
E										

Sexo de los individuos (♂/♀)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A										
B										
C										
D										
E										

Individuos no emergidos: *

Individuos atípicos: \

Anexo D: Formato para el registro de mortalidad de hembras

Fecha de emergencia:

Jaula:

Numero de moscas:

Edad	Mortalidad	Moscas para disección	Total
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10		5	
11		5	
12		5	

Anexo E: Formato para el registro de progenie de hembras maduras /Laboratorio

Edad (días)	No de mosca	No de cresas activas	No de cresas no activas	Total progenie	% de cresas activas
10	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
	6				
	7				
	8				
	9				
	10				
11	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
	6				
	7				
	8				
	9				
	10				
12	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
	6				
	7				
	8				
	9				
	10				

ANEXO F: Análisis de varianza de peso de puparios de diferentes laboratorios comerciales

F. V	G. L	S. C	C. M	F C	Prob > F
Tratamiento	18	43301.10	2405.62	74.60	<.0001
Error	686	22121.01	32.25		
Total	704	65422.12			

$$r^2 = 0.66$$

$$C. V = 17$$

Promedio de peso de puparios= 33.24mg

Tratamientos	GL	Type III SS	CM	F C	Pr > F
Ambiente	1	184.62	184.62	5.73	0.0170
Lab. comerciales	8	39224.78	4903.10	152.05	<.0001
Sexo	1	1315.43	1315.43	40.79	<.0001
Laboratorio*sexo	8	427.31	53.41	1.66	0.1057

ANEXO G: Análisis de varianza de la emergencia bajo dos ambientes de diferentes laboratorios comerciales

F. V	G. L	S. C	C. M	F c	Prob > F
Tratamiento	9	0.27	0.030	7.03	0.0057
Error	8	0.034	0.00425		
Total	17	0.30			

$$r^2 = 0.9$$

$$C. V = 7.89\%$$

Promedio de emergencia= 83%

Tratamientos	GL	Type I SS	C.M	F.C	Pr > F
Laboratorios comerciales	8	0.267	0.033	7.86	0.0043
Ambientes	1	0.002	0.001	0.42	0.5334

ANEXO H. Análisis de varianza de la proporción de sexos bajo dos ambientes de diferentes laboratorios comerciales

F. V	G. L	S. C	C. M	F. C	Prob > F
Tratamiento	9	0.078	0.0087	1.13	0.4361
Error	8	0.061	0.0077		
Total	17	0.14			

$$r^2 = 0.6$$

$$C. V = 17.61\%$$

Promedio de proporción de sexos= 0.50

Tratamientos	DF	Type I SS	CM	F C	Pr > F
Laboratorios comerciales	8	0.0768	0.0096	1.25	0.3790
Ambientes	1	0.0013	0.0013	0.17	0.6943

ANEXO J: Análisis de varianza de individuos atípicos bajo dos ambientes de diferentes laboratorios comerciales

F. V	G. L	S. C	C. M	F c	Prob > F
Tratamiento	9	0.012	0.0021	4.25	0.0269
Error	8	0.0039	0.0005		
Total	17	0.023			

$$r^2 = 0.83$$

$$C. V = 43.35\%$$

$$\text{Promedio de individuos atípicos} = 0.051$$

Tratamientos	DF	Type I SS	C.M	F.C	Pr > F
Laboratorios comerciales	8	0.019	0.00236	4.77	0.02
Ambientes	1	0.00003	0.00003	0.06	0.81

ANEXO K: Análisis de varianza de mortalidad entre diferentes laboratorios

F. V	G. L	S. C	C. M	F c	Prob > F
Tratamiento	9	5418.39	602.043	13.97	0.0011
Error	7	301.624	43.089		
Total	16	5720.012			

$$r^2 = 0.95$$

$$C. V = 38.04$$

$$\text{Promedio de mortalidad} = 17.26$$

Tratamientos	DF	Type I SS	C.M	F.C	Pr > F
Jaula	1	51.22	51.22	1.19	0.3117
Laboratorios comerciales	8	5367.164	670.90	15.57	0.0008

ANEXO L: Análisis de varianza de actividad de cresas entre diferentes laboratorios y por edad de maduración

F. V	G. L	S. C	C. M	F c	Prob > F
Tratamiento	53	70518.33	1330.53	4.46	<.0001
Error	205	61221.47	298.64		
Total	258	131739.80			

$$r^2 = 0.54$$

$$C.V = 34.70 \%$$

Promedio de cresas activas = 49.80%

Tratamientos	DF	Type I SS	C.M	F.C	Pr > F
Jaula	1	468.26	468.26	1.57	0.2119
Laboratorios comerciales	8	54984.57	6873.07	23.01	<.0001
Edad de maduración	2	1441.23	720.62	2.41	0.0921
Lab * edad de mad.	16	6303.52	393.97	1.32	0.1877
Jaula * Lab * edad de mad.	26	7320.74	281.57	0.94	0.5484