ZAMORANO
CARRERA DE CIENCIA Y PRODUCCIÓN AGROPECUARIA

Evaluación del daño de los barrenadores de brotes y tallos de caña de azúcar: *Elasmopalpus lignosellus* y *Diatraea saccharalis* y evaluación del efecto de micorrizas bajo dos niveles de fertilización en caña de azúcar en el Ingenio Tres Valles

Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Agrónomo en el Grado Académico de Licenciatura.

Presentado por:

Dan Condega Aguirre.

Honduras
Diciembre, 2002

El autor conceda a Zamorano permiso
para reproducir y distribuir copias de este
trabajo para fines educativos. Para otras personas
físicas o jurídicas se reservan los derechos del autor.

_____

Autoría

Honduras
Diciembre, 2002

Evaluación del daño de los barrenadores de brotes y tallos de caña de azúcar: *Elasmopalpus lignosellus* y *Diatraea saccharalis* y evaluación del efecto de micorrizas bajo dos niveles de fertilización en caña de azúcar en el Ingenio Tres Valles.

Presentado por:

Dan Condega Aguirre.

Aprobada:

_____	_____
Alfredo Rueda, Ph.D. Asesor Principal	Alfredo Rueda, Ph. D. Coordinador de Área Temática Protección Vegetal
_____	_____
Rogelio Trabanino, MSc. Asesor	Jorge Iván Restrepo, MBA. Coordinador de la Carrera Ciencia y Producción.
_____	_____
Lorena Lastres, MSc. Asesora	Antonio Flores, Ph. D. Decano
_____	_____
Pablo Paz, Ph. D. Coordinador PIA	Mario Contreras, Ph. D. Director General

Dedicatoria

A mis padres: Gilberto Condega y Ana Aguirre por su preocupación en nuestra formación, por el apoyo que nos han brindado siempre y por orar todas las noches por mí.

Con mucho cariño a Joe, Usiel, Anagalis, Isaac, Oscar, Sofía.

Agradecimientos

A Jehová Dios de Israel sobre todas las cosas, por permitirme cumplir las metas propuestas, por su misericordia grande y su amor infinito para conmigo.

Al MBA Jorge Iván Restrepo por apoyarme en todos momentos difíciles durante el cuarto año y por atender mis solicitudes con paciencia.

Al comité de asesores: Dr Alfredo Rueda, Msc Rogelio Trabanino y Msc Lorena Lastres por sus orientaciones, sugerencias y tiempo invertido en la ejecución del estudio.

A la MSc. Lorena Lastres por mostrar su disposición de ayudarme a salir de una situación difícil y darme ánimos para seguir.

Agradezco con mucha sinceridad a David Díaz por su apoyo técnico y logístico en la ejecución de este estudio y tener la voluntad de ayudar a graduarme. A Claudia Kuniyoshi por su apoyo logístico. A Prisca Rivera por ayudarme.

Al pequeño grupo de ingenieros de la OMEGA 98 residentes en Zamorano que me apoyaron: Carlos Chango, Byron Reyes, Lumbia Aranda, Mauricio Bravo y Rhina Domínguez.

Mi sincero y especial agradecimiento a Héctor Cuestas Monge y Sonia Fion Canel por su amistad sincera, por su apoyo en todo momento y por ser personas muy nobles. Dios les bendecirá siempre.

Agradezco a mis buenos amigos: Paúl Delgado, Rigoberto Laínez y Juan Carlos Álvares por su amistad, su apoyo y voluntad de ayudarme. A Guillermo Maura por apoyarme en toda la ejecución del estudio y tener la disposición de ayudarme.

A Ana Lagos por tener paciencia en las solicitudes concedidas en el corto tiempo que ha estado laborando. Al personal del laboratorio de control biológico y del laboratorio de Biotecnología que formaron parte de este estudio.

Agradecimiento a patrocinadores

Al Gobierno de Suiza a través de COSUDE por haberme otorgado la beca completa para los primeros tres años de mi carrera.

Al Ingenio San Antonio de Nicaragua a través del Grupo PELLAS por financiar parte de mi cuarto año de ingeniería en Zamorano.

Al Ingeniero Ernesto Vargas Mántica, a través de MANGOS, SA. por financiar parte del cuarto año.

Al Proyecto de Manejo Integrado de Plagas en América Central (PROMIPAC), COSUDE/ZAMORANO por el apoyo financiero en el cuarto año de mi carrera.

A los ingenieros Paúl Delgado, Héctor Cuestas, Vanessa Quesada y Carlos Vicentelli por brindar su apoyo durante los cuatro años de mi carrera.

Al Ingenio Tres Valles por facilitar el uso de sus lotes para la realización del estudio y por el apoyo logístico en algunas actividades.

Resumen

Condega, A. 2002. Evaluación de barrenadores de brotes y tallos de caña de azúcar: *Elasmopalpus lignosellus* y *Diatraea saccharalis* y evalución del efecto de micorrizas bajo dos niveles de fertilización en caña de azúcar en el Ingenio Tres Valles, Cantarranas, Honduras. Proyecto Especial del Programa de Ingeniero Agrónomo, Zamorano, Honduras 33p.

Los principales problemas fitosanitarios en caña de azúcar son *Elasmopalpus lignosellus*, que barrena brotes, y *Diatraea saccharalis*, que barrena tallos de 2 meses de edad hasta la cosecha. El objetivo del estudio fue evaluar el daño de estos barrenadores bajo dos condiciones climáticas (época seca y lluviosa) y etapa fenológica de la caña. Además evaluar el efecto de las micorrizas en caña de azúcar planta. Los tratamientos en el estudio de micorrizas fueron dos niveles de fertilización (100 y 70%) con respecto a la fertilización normal usada en el Ingenio Los niveles de . Los estudios se realizaron en Cantarranas, Honduras, en ocho fincas comerciales del Ingenio Tres Valles. Se evaluó brotes / metro, altura de los tallos, porcentaje de brotes y tallos dañados; severidad del daño por *Diatraea saccharalis* y parasitismo de *Cotesia flavipes*. En el estudio de micorrizas se evaluó la germinación, número de brotes, altura de las plantas y daño causado por *E. lignoselllus*, esta a evaluación se realizó usando 10 y 7 kg de 18-46-0 / 1750 m². En la evaluación de barrenadores se encontró que *E. lignosellus* causó 12.3% de brotes dañados en la epoca seca, pero no presentó pérdidas significativas en relación con la población final de tallos molenderos. El daño de *D. saccharalis* se presentó en la epoca lluviosa, encontrándose en promedio 8% de tallos dañados. Además se encontró 34.5% de larvas de *D. saccharalis* parasitadas por *Cotesia flavipes* y el parasitismo de *Cotesia flavipes* fue mayor en las fincas con mayor tallos dañados. En el ensayo de micorriza no se observó efecto en la altura de los tallos, daño de *Elasmopalpus lignosellus*, ni en brotes / metro bajo condiciones del estudio que fue deficiente en irrigación.

Palabras claves: Caña planta, corazón muerto, endoparasitoide, gusano coralillo, pyrálidos, pudrición roja

Abelino Pitty, Ph. D.

Nota de Prensa

¿Contribuye el riego y la presencia de *Cotesia flavipes* en el control del daño causado por *Elasmopalpus lignosellus* y *Diatraea saccharalis* en caña de azúcar?

Elasmopalpus lignosellus o gusano coralillo es una plaga que causa daño en su estado larval, alimentándose de las partes internas de brotes pequeños que emergen después de la cosecha o en caña recién establecida. El cogollo de los brotes se marchita por las perforaciones de las larvas provocando el mal conocido como corazón muerto. El brote se puede eliminar o retrasar en su crecimiento. La presencia de la plaga está asociada a condiciones secas y suelos sueltos o textura arenosa.

Diatraea saccharalis o gusano barrenador es una plaga que se alimenta de las partes internas de tallos de 2 meses de edad hasta cosecha, formando túneles. Asociado a la formación de estos túneles se presenta el daño de la pudrición roja de la caña, producido por el ingreso de patógenos a través de las perforaciones realizadas por *Diatraea saccharlis.* La plaga aparece con el inicio de las lluvias y se relaciona con cultivos de la familia Poáceas.

El control del daño de *Elasmopalpus lignosellus* y *Diatraea saccharalis* a través de insecticidas químicos es difícil porque las larvas pasan la mayor parte del tiempo cubiertas dentro del brote o tallo. Por eso en el Ingenio Tres Valles ubicado en Cantarranas, Honduras, se realizaron estudios en caña soca para conocer el comportamiento de estos barrenadores en diferentes etapas fenológicas, con diferente frecuencia de riego y lluvias, para determinar si la cantidad de riego influía en la reducción del daño de *Elasmopalpus lignosellus* y estimar el nivel de parasitismo ejercido por *Cotesia flavipes* sobre larvas de *Diatraea saccharalis*.

Los resultados obtenidos demuestran que hubo cierta relación entre el riego durante los primeros días después del corte de la caña y el daño causado por *Elasmopalpus lignosellus*. Además se encontró que *Cotesia flavipes* ejerce un alto parasitismo sobre las larvas de *Diatraea saccharalis* y contribuye a reducir significativamente el daño de esta especie. Por tanto, se debe incrementar la frecuencia de riego durante los primeros días después del corte para reducir el daño del gusano corallillo y realizar liberaciones de *Cotesia flavipes* para reducir la presencia del gusano barrenador.

Lic. Sobeyda Alvarez

CONTENIDO

Portadila i
Autoría ii
Página de firmas iii
Dedicatoria iv
Agradecimientos v
Agradecimiento a patrocinadores vi
Resumen vii
Nota de Prensa viii
Contenido ix
Índice de figuras x
Índice de cuadro xi
Índice de anexos xii

1. INTRODUCCIÓN 1
1.1. OBJETIVO 2
2. REVISIÓN DE LITERATURA 3
2.1. IMPORTANCIA DE LOS BARRENADORES EN CANA DE AZÚCAR ... 3
2.2. *Elasmopalpus lignosellus* 4
2.2.1. Biología y ecología 4
2.2.2. Control de poblaciones 4
2.3. *Diatraea saccharalis* 5
2.3.1. Biología y ecología 5
2.3.2. Control de poblaciones 6
2.4. MICORRIZAS EN CAÑA 7
2.4.1. Las micorrizas 7
2.4.2. Beneficios de las micorrizas 7
2.4.3. Micorrizas vesículo-asbusculares 8
2.4.4. Mycoral® 8
3. ESTUDIO 1 9
3.1 INTRODUCCIÓN 9
3.2. OBJETIVO 9
3.3. MATERIALES Y MÉTODOS 10
3.3.1. Localización del estudio 10
3.3.2. Estableimiento 10
3.3.3. Metodología de recolección de datos 10
3.4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 10
3.4.1. Porcentaje de daño por *Elasmopalpus lignosellus* 10
3.4.2. Número de brotes 11
3.4.3 Porcentaje de daño por *Diatraea saccharalis* 12
3.4.4. Porcentaje de canutos dañados por *Diatraea saccharalis* 12

3.5. CONCLUSIONES …… **13**
4. ESTUDIO II …… 14
4.1. INTRODUCCIÓN …… **14**
4.2. OBJETIVOS …… **14**
4.3. MATERIALES Y MÉTODOS …… **15**
4.3.1. Aspectos generales del ensayo …….. **15**
4.32. Metodología de recolección de datos …… **15**
4.4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN …….. **16**
4.4.1. Etapa seca …….. **16**
4.4.2. Etapa de inicio de lluvias ……... **17**
4.4.3. Etapa lluviosa …… **18**
4.5. CONCLUSIONES …… **20**
5. ESTUDIO III ……. 21
5.1. INTRODUCCIÓN …… **21**
5.2. OBJETIVO ……... **21**
5.3. MATERIALES Y MÉTODOS …… **22**
5.3.1. Localización del estudio …… **22**
5.3.2. Preparación del material de siembra …… **22**
5.3.3. Inoculación de yemas …… **22**
5.3.4. Riego …….. **22**
5.3.5. Tratamientos ……. **22**
5.3.6. Metodología de recolección de datos …… **23**
5.4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN …….. **23**
5.4.1. Germinación …….. **23**
5.4.2. Crecimieto y presencia de *Elasmopalpus lignosellus* ……... **24**
5.5 CONCLUSIONES …… **25**
6. CONCLUSIONES GENERALES …….. 26
7. RECOMENDACIONES …… 27
8. BIBIOGRAFÍA **28**
9. ANEXOS ……. **31**

Índice de figuras

Figura		Pág.
1.	Daño causado por *Elasmopalpus lignosellus* y *Diatraea saccharalis* en caña soca, 172 días después del corte en la finca los Ticos……	11
2.	Número y porcenteje de brotes con daño por *Elasmopalpus lignosellus* a tres alturas, 50 días después de la siembra. ……..	24
3.	Porcentaje promedio y número total de tallos a tres alturas, 90 días después de la siembra.	25

Índice de cuadros

Cuadro **Pág.**

1. Porcentaje de brotes dañados por *Elasmopalpus lignosellus* a diferentes días deapués del corte en la finca Los Ticos. ……..... 11
2. Porcentaje de tallos y nudos dañados por *Diatraea saccharalis* a diferentes días después del corte en la finca Los Ticos ……..…….. 13
3. Área, sistema de riego y varieadades usadas en ocho fincas comerciales del Ingenio Tres Valles. ……..…... 15
4. Número de brotes totales y porcenteje de daño causado por *Elasmopalpus lignosellus* en ocho fincas comerciales durante el periodo seco. ……...…... 16
5. Número de brotes, altura y porcentaje de daño causado por *Diatrae*a *saccharalis* en ocho fincas comerciales durante el inicio de lluvias. …..…… 17
6. Altura y número de tallos con relación al riego y las precipitaciones en ocho fincas comerciales durante la etapa lluviosa. ….…….....…… 18
7. Cantidad de larvas / metro con porcentaje de tallos, canutos dañados y parasitismo en ocho fincas comerciales durante la etapa lluviosa. ……..... 19
8. Correlación entre daño, severidad y parasitismo en fincas comerciales durante la etapa lluviosa. ……..… 19
9. Niveles, concentración y dosis usada al momento de la siembra de la caña e inoculación con micorriza. 23

Índice de anexos

Anexo		Pág
1.	Correlación de riego, daño, brotes y días después del corte durante la etapa seca. …….	31
2.	Correlación de riego, daño, brotes, altura, brotes y días después del corte durante la etapa de inicio de lluvias. ……	31
3.	Correlación de riego, daño, altura, brotes y días después del corte durante la etapa de lluvias. ……...…….	31
4.	Mapa de ubicación de los tratamientos del ensayo de micorrizas en la finca los Ticos. ……...……..	32

1. INTRODUCCIÓN

El rendimiento final de las plantaciones cañeras está determinado por factores de manejo agronómico (nutrición de la planta, control de plagas y prácticas culturales), potencial genético de variedades, condiciones edáficas y climáticas. De estos factores, el manejo agronómico y el mejoramiento genético, están generalmente al alcance del recurso humano.

Dentro del manejo agronómico, el control de plagas es esencial para obtener rendimientos que generen mejor utilidad a las compañías azucareras. En muchos casos se conoce la presencia de ciertas especies plagas, pero no se estiman las pérdidas que ocasionan en el rendimiento final. En este sentido se pueden presentar dos casos:

- En el primero se conoce sobre el problema, pero como no causa daños severos visibles, los productores no toman ninguna medida.

- En el segundo los programas fitosanitarios tienen un mal enfoque, se toman medidas de control generalmente con productos químicos. Estos son viables en el corto plazo y su mal uso desequilibra el hábitat de muchas especies, esto lleva a vulnerabilidad de los cultivos al ataque de plagas por la reducción de enemigos naturales.

Las plagas en la caña varían en tipos de especies de acuerdo con el área geográfica, condiciones climáticas, etapa fenológica y de manejo del cultivo. Así en ciertos ingenios azucareros la plaga principal puede variar en cuanto a la especie. Las especies de barrenadores pueden variar dentro de una misma zona. De las especies de barrenadores generalmente encontradas en caña, pertenecientes al orden de lepidóteros y a la familia Pyralidae se encuentran *Elasmopalpus lignosellus* y *Diatraea saccharalis.*

Elasmopalpus lignosellus ha estado presente en varios países centroamericanos que cultivan caña de azúcar. Andrews (1984), Pollack (1994), Subirós (1995), entre otros, señalan que el daño ocasionado por *E. lignosellus* es esporádico y está limitado a la etapa temprana de establecimiento de la caña o inicio de rebrote en caña soca, sin embargo, en condiciones de extrema sequía y suelos sueltos el daño se encuentra con bastante frecuencia y puede causar pérdidas significativas en el rendimiento final.

Diatraea saccharalis ha estado ampliamente distribuida en zonas cañeras. Los niveles de infestación y severidad ocasionados por esta especie han sido variables dependiendo de las condiciones climáticas, condición y etapa del cultivo y tipo de manejo empleado en el control de sus poblaciones.

En el Ingenio Tres valles en Cantarranas, Honduras, después de la zafra 2001-2002, se observó daño de barrenadores en cepas, brotes y tallos. El daño se relacionó con la presencia de *Elasmopalpus lignosellus* y *Diatraea saccharalis*. Las evaluaciones del comportamiento del daño de estas especies bajo condiciones de sequía, lluvias, baja frecuencia de riego y diferentes áreas, se presentan en este estudio como referencia de su comportamiento poblacional. Por lo que se espera que contribuya en el programa de manejo del daño de estas especies en la próxima zafra. El parasitismo ejercido por *Cotesia flavipes* sobre larvas *de Diatraea saccharalis* muestra la utilidad del control biológico en el manejo de plagas. Por ello es necesario dar un enfoque de Manejo Integrado de Cultivo (MIC), que no incluya únicamente el uso de insecticidas químicos. De esta forma se fortalece el control biológico, se reducen costos en insecticidas y se obtiene un producto menos contaminado.

1.1. OBJETIVO

Estimar el daño causado por barrenadores de la caña de azúcar bajo diferentes condiciones climáticas (verano, invierno) y etapa fenológica y evaluar el uso de micorrizas como alternativa de fertilización en suelos con bajo contenido de fósforo.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. IMPORTANCIA DE BARRENADORES EN CAÑA DE AZÚCAR

De las especies de barrenadores que causan daño de importancia en brotes y tallos en caña planta y soca, pertenecientes al orden de lepidópteros se encuentran *Elasmopalpus lignosellus* y *Diatraea saccharalis*.

Saénz y Alfaro (1999) indican que Ingenios en Costa Rica durante la zafra 1998-1999 encontraron entre 40 y 65 % de daño en brotes de caña soca, aunque no cuantificaron la reducción en el rendimiento, pero señalan que se observó un decremento en el rendimiento final como resultado de este daño.

Elasmopalpus lignosellus es considerada una plaga esporádica, pero en zonas cañeras con limitantes de agua y presencia de suelos sueltos, se debe tener un plan de manejo de esta plaga que sea funcional por largo tiempo cuando se produzca una infestación. La importancia del control radica en que el daño elimina principalmente el punto de crecimiento, lo que causa directamente reducción en el número de brotes y retardo en su crecimiento.

El daño en tallos causado por *Diatraea saccharalis* es reportado por muchas compañías azucareras en Latinoamérica como uno de los principales problemas fitosanitarios y su importancia radica en que causa daño en tallos medianos hasta tallos de cosecha (Saénz y Alfaro, 1999). Según Osorio y Cibran (1999) las pérdidas en el rendimiento se atribuyen al menor peso y número de tallos en el campo y a la baja recuperación de la sacarosa durante la molienda. La pérdida de sacarosa está relacionada con la reversión a otros compuestos como etano, butanol y glicerina producto de la fermentación. La fermentación asociada con la pudrición roja de la caña es producida por *Collectotrichum spp*, que inicia en las perforaciones hechas por *Diatraea saccharalis* (Saénz y Alfaro, 1999). Según (Pollack, 1994) otros factores asociados al daño de *Diatraea saccharlis* son la baja extracción del jugo en la molienda y la menor pureza de este en la sedimentación.

Osorio y Cibran (1999) señalan que en Sinaloa México, en la zafra 1994-1995 niveles de infestación de *Diatraea saccharalis* en entrenudos entre 15-28 % representaron pérdidas de 2 a 10 toneladas de caña / hectárea. Pollack (1994) señala que plantaciones de caña en Louisiana con 62 % de entrenudos dañados por *Diatraea saccharalis*, representó reducción de 1,298 kg de azúcar / ha / año y en plantaciones en Perú se han estimado pérdidas de 55.8 y 122 kg de azúcar / ha / año cuando se han presentado 10.6 y 21.5 % de entrenudos perforados por *Diatraea saccharalis* respectivamente.

En venezuela se estimó pérdida de 271.7 kg de azúcar / ha al presentarse 6.67 % de infestación de tallos (Ferrer y Guédez, 1990).

2.2. *Elasmopalpus lignosellus*

2.2.1. Biología y ecología

Según Capinera (2001) los adultos son activos durante la noche cuando la temperatura excede los 27 ºC, la humedad relativa es alta y hay poco movimiento de aire. La longevidad de los adultos en condiciones de campo es aproximadamente de 10 días. Durante su ciclo de vida la hembra es capaz de producir cerca de 200 huevos los que son depositados normalmente sobre material vegetal, en el suelo individualmente o en grupo. Los huevos inicialmente son translúcidos, posteriormente se tornan verde pálido (Subirós, 1995).

Las larvas emergen de los huevos en tres a doce días. El periodo larval es variable, pero en promedio es de 20 días, en los cuales pasa por 6 estadíos. Durante los tres primeros estadíos la larva barrena la superficie de las hojas y el tejido suave en las raíces, después del tercer estadío la larva comienza a perforar el tallo donde permanece hasta que llegue la etapa de pupa (Trabanino, 1998). Durante la madurez larval, ésta construye una célula pupal de arena y de seda en el exterior del tallo, al final de uno de los túneles. La etapa de pupa dura cerca de 10 días y luego emerge el adulto. Un ciclo vital completo requiere entre 30-45 días dependiendo de las condiciones de temperatura y precipitaciones.

Las larvas de *Elasmopalpus lignosellus* son polífagas. Se han encontrado causando daño en fabáceas (*Phaseolus spp*) y también en cultivos de la familia Poaceas (gramíneas). Ataca en su etapa larval causando perforaciones en cepas o tallos de temprana edad, con altura menor a 50 cm y forma galerías dentro del tallo. Su presencia está asociada con condiciones secas y suelos de textura arenosa. Según Subirós (1995) el humo de las quemas previo a la cosecha estimula la copula porque atrae a los adultos.

2.2.2. Control de poblaciones

La táctica de control químico es importante en el manejo de plagas, debido a su acción curativa rápida y versatilidad de usos (Metcalf, 1994). Según Trabanino (1998) durante la siembra pueden ser útiles en el control de *Elasmopalpus lignosellus* insecticidas granulados sistémicos o de contacto y aplicaciones dirigidas a la base de las plantas. Esto ayudaría principalmente en el establecimiento de caña planta, pero tendría poco efecto en plantaciones de caña soca. El control químico de larvas de *Elasmopalpus lignosellus* después de la siembra se dificulta debido a que la larva se esconde dentro del brote (Meagher, 1996).

El control biológico es limitado, Pollack (1994) señala la presencia de tres especies de parasitoides larvales nativos en Perú: *Pediobius sp, Stomatomya meridionalis* y *Orgylus sp*, sin embargo, el nivel de parasitismo fue sólo de 2 a 3 %. Trabanino (1998) indica que

las larvas de *E. lignosellus* son parasitadas por *Chelonus sp* y *Eiphosoma sp*, también, se han reportado en otros países los géneros *Agatis*, *Macrocentrus* y *Plagipropherysa.*

Las prácticas culturales se han enfocado en la ecología de la plaga. Dentro de las prácticas de control cultural que contribuyen a reducir poblaciones antes de plantarse el daño están: rastreo profundo, incremento de densidad poblacional, subsoleo profundo, normalmente mayor a 60 cm, para exponer las larvas al sol y enemigos naturales. Según Trabanino (1998) los suelos arenosos y condiciones secas son favorables para las larvas, por lo que el riego profundo a saturación ayuda matar las larvas. En ingenios en Costa Rica al incrementar las frecuencias de riego en el verano se observó una disminución en el daño (Subirós, 1995). El mismo autor señala que dentro del control etológico en ingenios en Costa Rica se hace uso de trampas con feromonas sexuales en la captura de machos, reduciendo el apareamiento.

2.3. *Diatraea saccharalis*

2.3.1. Biología y ecología

La duración de la etapa de adulto es de 6 días en promedio. Los adultos son muy activos durante la noche y la hembra prefiere oscuridad para la oviposición. Los huevos son colocados en las hojas yuxtapuestas de la planta de caña en grupos como racimos yse traslapan unos con otros formando algo parecido a las escama de pescado. Cada racimo puede tener entre 2 y 50 huevos (Mendoza, 1992). Los huevos son ovalados y de color blanco, pero luego presentan rayas de color anaranjado y finalmente toman coloración oscura cuando están próximos a la eclosión (Capinera, 2001). La etapa de huevo dura de 4 a 6 días.

Las larvas se alimentan de las hojas tiernas durante los primeros 2 a 3 días. Este período corresponde a los dos primeros ínstares (Mendoza, 1992). Después del tercer ínstar la larva se alimenta del tejido interno del tallo formando túneles, los túneles pueden tener orientación horizontal o vertical. El número de ínstares larvales es variable, normalmente son 5 ó 6 y al final del sexto ínstar puede medir hasta 30 mm. El tiempo del estado larval es de 25 a 30 días. Si las condiciones son de extrema sequía la larva reduce su metabolismo, no continúa su ciclo de vida y entra en diapausa (reducción en el metabolismo de la larva).

La duración de la etapa de pupa es aproximadamente de 8 a 9 días, pero en condiciones de exceso de humedad el periodo puede alargarse hasta 22 días (Capinera, 2001). Algunas veces, la pupa se encuentra en el túnel de los tallos barrenados. Después de este periodo emergen los adultos y empieza un nuevo ciclo.

En Costa Rica se han reportado tres especies de este género en caña de azúcar (*D. lineolata*, *D saccharalis*, *D. gradiosella*) Las larvas de *Diatraea saccharalis* atacan principalmente especie de la familia poáceas, pero *D. saccharalis* es la que se encuentra con mayor frecuencia (Subirós, 1995). Sequeira, (1986) señala que en Honduras los

hospederos más frecuentes de la especie *Diatraea saccharalis* son: sorgo, maíz y caña de azúcar. Al igual que *E. lignosellus*, *Diatraea saccharalis* causa daño en su estado larval, pero produce perforaciones exclusivamente en tallos y no en los rebrotes; daña normalmente tallos con mayor diámetro e incluso tallos en edad de cosecha.

2.3.2. Control de poblaciones

Trabanino (1998) indica que el control químico de *Diatraea saccharalis* se dificulta porque las larvas penetran dentro del tallo después de su tercer estadío para alimentarse. Según Meagher (1996) evaluaciones recientes en plantaciones de caña en Texas, indican que aplicaciones semanales de organofosforados y carbamatos en el control de *Diatraea saccharalis* en diferentes etapas del cultivo aumentaron el rendimiento y calidad de la caña de azúcar, debido al menor número de entrenudos dañados, sin embargo, el nivel de residuo de plaguicidas excedió los límites, siendo los niveles usados ilegales.

Actualmente la presión de instituciones ecológicas (MARENA en Nicaragua, SAG en Honduras, entre otras), así como entes financieros ha obligado a las compañías azucareras a hacer uso de control biológico en el manejo de las plagas. Trabanino (1998) menciona el uso de control biológico haciendo uso de parasitoides de huevos como *Trichogrmma sp* y *Telenomus alecto*, también parasitoides larvales como *Apanteles diatraeae*, *Billaea claripalpis y Cotesia flavipes.*

Cotesia flavipes es un endoparasitoide gregario. La reproducción puede ser sexual en la que se obtiene una proporción de hembras – macho de 4:1 y partenogenética que sólo produce descendencia masculina. Cada hembra adulta de *C. flavipes* oviposita de 2 a 5 larvas. Serrano *et al* (1988) sostiene que de una oviposición emergerá un promedio de 15 adultos por cada larva parasitada.

Cotesia flavipes es un parasitoide de importancia en el control de larvas de *Diatraea saccharalis*, actualmente es reproducido en varios países Latinoamericanos (Costa Rica, Brasil, Venezuela, entre otros) para su posterior liberación. Según Sáenz y Alfaro (1999) ingenios en Costa Rica han obtenido niveles de parasitismo de *Cotesia flavipes* superiores a 50 % en tres zonas del país. En Venezuela en 1987 se encontró niveles de parasitismo de *Cotesia flavipes* sobre larvas de *Diatraea saccharalis* entre 50 y 43 %, al mismo tiempo que se logró recuperar el parasitoide en tres de las cuatro zonas en que se liberó (Linares y Ferrer, 1990).

La presencia de hospederos en la zona y las condiciones climáticas son determinantes en el establecimiento de *Cotesia flavipes*, tales condiciones se brindaron a este parasitoide durante su introducción a Honduras en 1986, lo que permitió su establecimiento (Marenco y Andrews, 1988).

Las prácticas de control cultural de poblaciones de *D. saccharalis* incluyen destrucción de rastrojos, rotación de cultivos y evitar siembras de cultivos hospederos, principalmente gramíneas, cerca de la caña (Trabanino, 1998). La rotación de cultivos en áreas extensas de caña es difícil, por lo que se puede optar por la desaparición parcial de los residuos de

la cosecha, tratando de que no sea a través de quema, porque esta práctica reduce los enemigos naturales. La otra opción es cambiar o modificar el hábitat aledaño al área de la plantación con plantas de otras familias como las fabáceas (frijol, dólico, entre otros), para reducir la sobrevivencia de la plaga.

2.4. MICORRIZAS EN CAÑA

2.4.1. Las micorrizas

La micorriza es un órgano morfológico formado por la unión de la raíz de una planta y el micelio de un hongo, es una asociación simbiótica mutualista entre raíces de las plantas superiores y cierto grupos de hongos presentes en el suelo (Sieverding, 1991). En esta asociación el hongo depende de la planta para el suministro de carbón, energía y un espacio en el que pueda desarrollarse; los hongos a cambio ayudan a extraer minerales poco móviles especialmente fósforo y agua de zonas poco accesible para la raíz de la planta, contribuyendo de esa forma en la nutrición de la planta (Raddatz, 1997).

De acuerdo con su estructura, morfología y modo de infección, las micorrizas se han clasificado en dos grupos principales: las ectomicorrizas y las endomicorrizas. Las endomicorrizas se dividen en varios subtipos: ectendomicorrizas, arbutoi micorrizas, monotropoid micorrizas, orchidáceas y las vesículo-arbusculares, dentro de estos subtipos las vesículo-arbusculares son las más comunes (Blancol, 1997).

2.4.2. Beneficios de las micorrizas

Sieverdin (1991) señala entre los beneficios de las micorrizas la nutrición fosfatada a través de la solubilización y mineralización de la materia orgánica, también la absorción de otros elementos como nitrógeno que es absorbido a través de las hifas del hongo de fuentes inorgánicas de amonio. Además se ha encontrado más potasio y magnesio en plantas asociadas con micorriza en comparación con plantas no asociadas.

Los hongos micorrizogénico pueden proteger a la planta de concentraciones de metales pesados presentes en el suelo y reemplazar el espacio que no es ocupado por el reducido crecimiento radicular de la planta ya que el micelio puede adaprtarse a condiciones químicas adversa del suelo (Jeong *et a*l , 2002). Hernández (1997) señala que las hifas del hongo pueden tomar microelementos como zinc, cobre, azufre y molibdeno de la solución del suelo y trasportarlos a las raíces de las plantas hospederas.

Según Raddatz (1997) las plantas micorrizadas presentan mejor competencia contra las malezas que las plantas no micorrizadas, debido a que las micorrizas causan un crecimiento más rápido y robusto en todas las fases de desarrollo de la planta. Además permite resistencia contra insectos y nemátodos basado en que la micorriza tiene un efecto acelerador en el ritmo de crecimiento de las plantas y reduce la coincidencia entre el ciclo de susceptibilidad de la planta y el ciclo del insecto. Finalmente señala la utilidad de las micorrizas en la resistencia contra enfermedades bióticas por la mejor nutrición que dan a la planta, aceleración en cambios morfológicos, saneamiento de tejido y cambios en el contenido químico.

2.4.3. Micorrizas vesículo-arbusculares

Los hogos formadores de micorrizas vesículo-arbusculares (VAM, por sus siglas en inglés), pertenecen a la clase taxonómica zigomicetes y al órden glomales. Estos hongos no forman manto hifal, la reproducción es asexual a través de clamidosporas y del micelio del hongo, sus estructuras tienen crecimiento inter e intracelular en la corteza radical y absorben materiales poco móviles en la solución de suelo como P, Zn y Cu y no presentan especificidad por hospedero (Blancol, 1997). Este tipo de micorrizas se caracteizan porque todas producen a lo largo de su vida estructuras llamadas arbúsculos y una parte de ellas producen vesículas. La función de las vesículas es que actúan como órgano de reserva de lípidos y los arbúsculos son los encargados de la transferencia bidireccional de nutrientes. Las micorrizas arbusculares son comunes en regiones tropicales (Hernández, 1997).

Según Soria *et al.* (2001) al evaluar plántulas de caña micropropagadas previo al transplante, se obtuvo mejor altura, mayor número de hojas y mayor peso fresco del follaje y de la raíz en plántulas que fueron inoculadas con micorrizas arbusculares durante la fase de aclimatación comparado con plántulas que no fueron inoculadas. Además se obtuvo mejor sobrevivencia en plántulas inoculadas en comparación a las no inoculadas, después que fueron establecidas en el campo.

2.4.4. Mycoral®

Mycoral® es un producto comercial obtenido de la combinación de tres especies de hongos formadores de micorrizas arbusculares (*Acaulospora spp*, *Glomus spp* y *Entrophospora colombiana*). Estas pertenecen a la clase zigomicetes y están presentes en forma de esporas, hifas y raicillas mezcladas en un sustrato de suelo con textura franca. Actualmente Mycoral® es comercializado por Zamorano en Honduras para su uso en vegetales, frutales, forestales y ornamentales durante la siembra y el transplante. Según Vásquez y Lizama (2001) en evaluaciones realizadas en pastos en Zamorano se obtuvieron diferencias significativas hasta de 320 kg / ha /año de materia seca en favor de las plantas inoculadas con Mycoral®. De acuerdo con Raddatz (1997) los beneficios generales que aporta el uso de Mycoral® en las plantas son: mejor crecimiento foliar y radical, mejor absorción de fósforo, mayor tolerancia a enfermedades, mejor tolerancia a la falta de agua, mejor estructura del suelo al agregar las partículas en torno a la raíz y mayor producción de hormonas estimulantes del crecimiento. Zamorano no ha evaluado el efecto del uso de Mycoral® en caña de azúcar planta, por lo que desconoce su efectividad.

3. ESTUDIO 1

EVALUACIÓN Y MONITOREO DE BARRENADORES DE BROTES Y TALLOS: *Elasmopalpus lignosellus* y *Diatraea saccharalis*

3.1. INTRODUCCIÓN

El daño causado por *Elasmopalpus lignosellus* en brotes de caña de azúcar con temprana edad y poca altura se ha considerado esporádico, algunos agricultores no saben reconocer el daño o tampoco conocen el insecto. Debido a esto, muchas compañías azucareras no han elaborado un programa de manejo orientado al control de esta plaga, sin embargo, en zonas arenosas y sin riego durante la época seca, el porcentaje de brotes dañados puede llegar a ser 50% o más, lo que puede reducir el rendimiento final (Sáenz y Alfaro, 1999).

En el Ingenio Tres Valles ubicado en el valle de Cantarranas, Francisco Morazán, Honduras, después de la cosecha de la zafra 2001 – 2002, en algunas fincas se observó daño en rebrotes y cepas. Este daño se relacionó con la presencia de *Elasmopalpus lignosellus*, para lo que se establecieron dos lotes de muestreo en los que se evaluó este daño. Inicialmente en los lotes de muestreo se pretendió evaluar el efecto del incremento en la frecuencia de riego en la reducción del daño ocasionado. La frecuencia de riego que se había determinado para uno de los lotes debía ser dos veces la frecuencia usada en el otro lote. Los demás factores se manejaron igual en ambos lotes. El estudio se había basado en el comportamiento de *Elasmopalpus lignosellus* y en una práctica de control usada en ingenios en Costa Rica.

La frecuencia de riego establecida en lotes comerciales era de 15 días entre cada riego, pero durante el periodo seco (enero – abril) fue de 30 días entre cada riego. Esto no permitió evaluar la hipótesis planteada del incremento en la frecuencia de riego sobre la reducción del daño causado por *E. lignosellus*. Debido a esto los muestreos realizados fueron orientados a identificar las especies presentes y monitorear el daño causado por éstas, en un periodo en que las plantas estuvieron bajo condiciones secas, con presencia de algunas lluvias y baja frecuencia de riego.

3.2. OBJETIVO

Monitorear el daño causado por *Elasmopalpus lignosellus* y *Diatraea saccharalis* en caña de azúcar bajo condiciones secas y de baja frecuencia de riego

3.3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.3.1. Localización del estudio

Este estudio se realizó en la finca Los Ticos. La finca está localizada en el valle de Cantarranas, Francisco Morazán, Honduras a una latitud norte de 14° y 87° longitud oeste; a 500 msnm, con precipitación media anual de 925 mm, distribuidos la mayor parte de junio a octubre, con una temperatura media anual de 29° C. El estudio se realizó de enero a febrero del año 2002.

3.3.2. Establecimiento

Se escogieron dos lotes de caña soca de la variedad Cp-622086, delimitándose un área de 8,050m² para cada lote. Se dejaron 13.5 m en cada lado de los lotes y 5 m en cada extremo de los surcos, para evitar el efecto de borde. La separación entre los dos lotes fue de 10 m. La cantidad de agua suministrada a través del riego osciló entre 90 y 110 mm y por lluvias entre 263 y 286 mm. En el periodo de enero a mayo que duró el ensayo.

3.3.3. Metodología de recolección de datos

Para el muestreo de estos lotes se utilizó un método al azar en el cual se tomaron 9 muestras / lote y cada muestra consistió en 4 metros lineales. En los 4 metros lineales se contabilizaron el número de brotes totales. Luego se realizó la observación del daño a través de un muestreo destructivo en el cual se cortaban los tallos afectados con una navaja y se observaba el daño por las perforaciones o túneles en el tallo. Las larvas encontradas fueron depositadas en frascos plásticos con dieta artificial para luego ser identificados en el laboratorio de control biológico de Zamorano.

Los muestreos iniciaron 25 días después del corte y se realizaron cada 15 días hasta los 172 días después del corte. Las variables evaluadas fueron: número de brotes y tallos / metro lineal, porcentaje de brotes dañados / metro lineal causado por *Elasmopalpus lignosellus* y porcentaje de tallos y canutos dañados / metro lineal causado por *Diatraea saccharalis*.

3.4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.4.1. Porcentaje de daño por *Elasmopalpus lignosellus*

En los primeros 75 días después del corte (DDC), el porcentaje de brotes dañados por *E. lignosellus* fue en promedio 12.3 %. De los 90 a 172 DDC se dieron las primeras lluvias y la planta tenía más de 90 cm de altura, el daño por *E. lignosellus* disminuyó a 7.3 %. El daño de *E. lignosellus* se presentó principalmente en brotes nuevos que continuaron emergiendo, pero posiblemente éstos no desarrollan por la competencia de los tallos ya establecidos dentro de la misma cepa. Al parecer el daño causado por *E. lignosellus* se ve afectado por las lluvias al modificarle las condiciones ecológicas e incrementar la altura de los brotes, los cuales no puede atacar. (Gráfico 1).

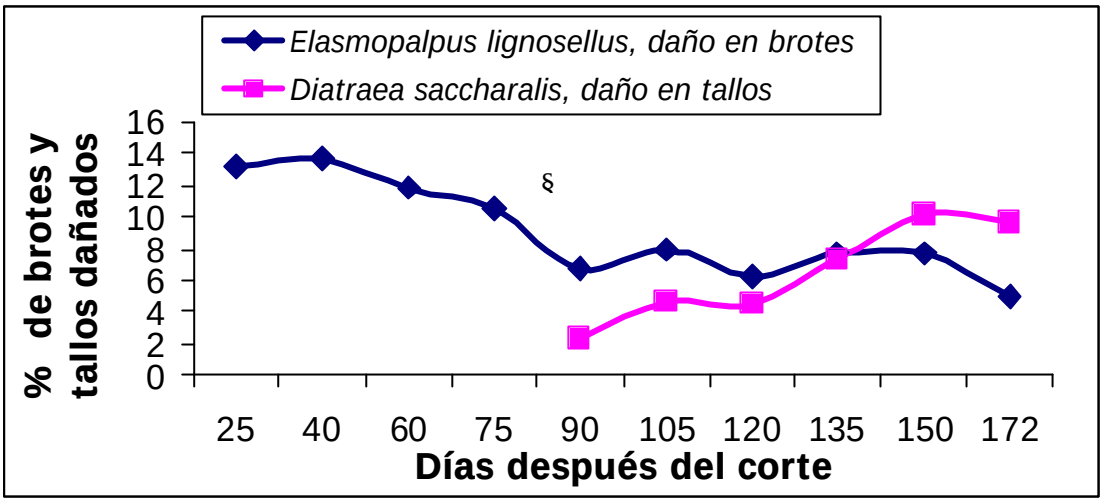

Gráfico 1. Daño causado por *Elasmopalpus lignosellus* y *Diatraea sacharalis* en caña soca después de 172 días del corte en la finca Los Ticos, Cantarranas, Honduras.
§ Inicio de precipitaciones

3.4.2. Número de brotes

El número de brotes / metro, 25 DDC fue 19. Durante los primeros 75 DDC el número de brotes varió entre 19 y 22 y al finalizar la evaluación, 172 DDC, fue 15. Esto muestra que el número final de brotes / metro presentó cierta reducción, pero no es tan relevante en el rendimiento final porque todavía no son tallos potencialmente molenderos (Cuadro 1).

Cuadro 1. Porcentaje de brotes dañados por *Elasmopalpus lignosellus* a diferentes días después de corte en la finca Los Ticos del Ingenio Tres Valles en Cantarranas, Honduras, 2002.

	Brotes / metro		% de daño causado por
DDC*	Totales	Dañados	*Elasmopalpus lignosellus*
25	19	2.5	13.2
40	22	3	13.6
60	21	2.5	11.9
75	19	2	10.5
90(?)	15	1	6.7
105	19	1.5	7.9
120	16	1	6.3
135	13	1	7.7
150	13	1	7.7
172	15	1	6.7

* Días después del corte
(?) Inicio de precipitaciones

3.4.3. Porcentaje de daño por *Diatraea saccharalis*

El daño por *Diatraea saccharalis* se inició a los 90 DDC. El daño en los tallos incrementó paulatinamente hasta los 172 DDC, pero nunca superó el 10 % de tallos dañados (Gráfico 1). El bajo porcentaje de tallos dañados inicialmente, así como el incremento lento de la población posiblemente estuvo relacionado con el hábito alimenticio de las larvas que después del tercer instar se introducen dentro del tallo y se alimentan de las paredes internas, por lo que tallos de poco diámetro pueden ser insuficientes para contenerlas. La aparición del daño concuerda con lo encontrado por Sáenz (1999) en ingenios en Costa Rica en los que se encontró *Diatraea saccharalis* causando daño en tallos 2 a 4 meses de edad y altura similar a la encontrada en el estudio.

Otra razón del bajo daño inicial es que las larvas de *Diatraea saccharalis* en condiciones de extremo estrés hídrico diapausan y reducen su metabolismo; alimentándose únicamente para sobrevivir. Esto puede alargar el período entre generaciones de la especie y consecuentemente el daño tiene un incremento lento. Finalmente la presencia del parasitoide larval *Cotesia flavipes* en lotes aledaños al área de estudio (menor a 50 metros) ha contribuido al control de las poblaciones de *D. saccharalis.* Esto se deduce de lo señalado por Serrano *et al* (1988) de que adultos de *Cotesia flavipes* se dispersan 4 km de un sitio de liberación en un año y estima que este parasitoide puede tener un promedio de dispersión por generación de 34 metros. Esto nos ayuda a inferir que adultos de *Cotesia flavipes* posiblemente estuvieron presentes en los lotes, pero no pudieron ser recolectados durante los muestreos. El parasitismo encontrado en las fincas aledañas al estudio varió entre 35 – 40%. Este valor es inferior al encontrado por Sáenz y Alfaro (1999) en Costa Rica que fue de 50.8 %, aun así, el parasitismo contribuye en el control de larvas de *D. saccharalis.*

3.4.4. Porcentaje de canutos dañados por *Diatraea saccharalis*.

Después de los 90 DDC hasta los 172, el número promedio de canutos totales / tallo fue de 4.3. El bajo número de canutos / tallo muestra el poco crecimiento de los tallos en este periodo posiblemente por la falta de irrigación. Se encontró en promedio 1.7 canutos dañados / metro. El número de canutos dañados / tallo representó en promedio 37.3 % del total de canutos, esto muestra considerable la severidad del daño (Cuadro 2).

Cuadro 2. Porcentaje de tallos y nudos dañados por *Diatraea saccharalis* a diferentes días después de corte en la finca Los Ticos, Cantarranas, 2002

		%	Canutos / tallo dañados		%
DDC*	Tallos/metro	tallos dañados	Totales	Dañados	Canutos dañados
90(?)	15	2.3	3	1	33
105	19	4.6	3	1	33
120	16	4.5	4	1	25
135	13	7.3	4	2	50
150	13	10.1	5	2	40
172	15	9.6	7	3	43
Promedio	**15.1**	**6.4**	**4.3**	**1.7**	**37.3**

* Dias después del corte
(?) Inicio de precipitaciones

3.5. CONCLUSIONES

- *Elasmopalpus lignosellus* causó en promedio 12.3 % de daño en los brotes, en los primeros 75 días después del corte y se redujo significativamente 90 días después del corte.

- El daño causado por *E. lingnosellus* en los brotes no representa daño económico, debido al bajo número de brotes eliminados durante la etapa de mayor daño.

- La presencia de *Diatraea saccharalis* a los 90 días del corte, presentó un lento incremento poblacional hasta los 172 días después del corte.

- El porcentaje de tallos dañados por *Diatraea saccharalis* (9 %) puede representar reducción en el rendimiento porque afecta tallos molenderos

4. ESTUDIO II

EVALUACIÓN DEL DAÑO EN BROTES Y TALLOS OCASIONADO POR *Elasmopalpus lignosellus* y *Diatraea saccharalis* EN FINCAS COMERCIALES DEL INGENIO TRES VALLES, CANTARRANAS, HONDURAS.

4.1. INTRODUCCIÓN

Pocas compañías azucareras tienen programas de investigación agrícola basados en conceptos científicos que ayuden a mejorar las utilidades minimizando daños al medio ambiente. Según Argeñal (2002) Honduras tiene los costos más altos de producción / tonelada de caña producida en Centroamérica. La presión por crear un libre mercado en todos los productos por parte de instituciones financieras como el Banco Mundial, Banco Interamericano de Desarrollo, entre otros, muestra la necesidad de las compañías en maximizar sus rendimientos y reducir costos. Esto implica evaluar las actividades involucradas en el proceso productivo del que la industria azucarera no está excento.

Dentro de todo el proceso productivo el daño de plagas siempre ha estado presente y ha causado daños variables. El control de plagas ha tenido soluciones parciales a través de tácticas principalmente químicas. En el Ingenio Tres Valles en Cantarranas, Honduras, el control de plagas como *Spodoptera spp* y *Mocis latipes* que se presentan de forma esporádica son controladas con insecticidas sintéticos, otras especies como *Elasmopalpus lignosellus* y *Diatraea saccharalis* han estado presentes, pero su daño no ha sido evaluado. No existe un programa de manejo que permita reducir las pérdidas por daño de plagas en el rendimiento a través de tácticas que no sean únicamente químicas. Con la evaluación del daño en brotes y tallos en fincas comerciales se espera tener una referencia general del comportamiento poblacional de *E. lignosellus* y *D. saccharalis* en diferentes etapas fenológicas del cultivo, regímenes de riego y condiciones ambientales y así poder correlacionarlos con el rendimiento. También se espera mostrar la presencia de enemigos naturales que contribuyen en el control de estas plagas.

4.2. OBJETIVOS

- Determinar el porcentaje de brotes y tallos dañados por *Elasmopalpus lignosellus* y *Diatraea saccharalis* en fincas comerciales.

- Determinar el porcentaje de parasitismo de *Cotesia flavipes* sobre larvas de *Diatraea saccharalis.*

4.3. MATERIALES Y MÉTODOS

4.3.1. Aspectos generales del estudio

Este estudio se realizó en 8 fincas comerciales del Ingenio Tres valles en Cantarranas, Honduras. El área de cada finca varió entre 45.8 a 123.4 ha; seis de ellas estuvieron bajo sistema de riego por aspersión, una con goteo y una con gravedad. La frecuencia de riego en todas las fincas estuvo sujeta a la condición en que se encontraba el cultivo y a la disponibilidad de agua para el riego. El suministro de agua en estas fincas durante el período seco (enero- abril) dependió del caudal del río, teniéndose en los meses de marzo y abril el caudal más bajo. Por lo que el riego fue deficiente.

Las variedades de caña sembradas en mayor área fueron: Cp72-2086, Mex 68-290 y Pr1013. Los DDC entre fincas al momento de la primera evaluación varió entre 25 y 60 días, todos los lotes muestreados fueron de caña soca. El área, tipo de riego y variedades usadas en las fincas se muestran en el cuadro 3.

Cuadro 3. Área, sistema de riego y variedades usadas en ocho fincas comerciales del Ingenio Tres Valles, Cantarranas, Honduras, 2002

	Parámetros			
Fincas	Área (ha)	Tipo de riego	Variedad	DDC
Rapaco 2	151	Aspersión	Cp / Mex	30
Entreríos	89	Aspersión	Cp	50
Cuzucera	72	Aspersión	Pr	25
Los Ticos	94	Aspersión	Cp	60
Palo Verde	175	Aspersión	Pr	35
Guadalajara	65	Aspersión	Cp	55
Granadilla	105	Goteo	Cp	35
Rapaco 1	147	Gravedad	Cp / Mex	25

4.3.2. Metodología de recolección de datos

Para facilitar la la toma de datos se separó el estudio en tres etapas según el régimen de lluvias: etapa seca (enero – febrero), etapa de inicio de lluvias (marzo – mayo) y etapa lluviosa (junio – agosto).

Para el muestreo durante la etapa seca y de inicio de lluvias se usó un método al azar en el que se tomó una muestra por cada 7 ha y cada muestra consistió en 5 metros lineales. De los 5 metros lineales se contabilizó: número de brotes y tallos sanos y dañados; altura de tallos sólo en etapa de inicio de lluvias. Para la toma de datos de altura de tallos se usó una regla calibrada desde la base del tallo hasta el inicio del cogollo. Luego se determinó el promedio de las variables por metro lineal. La evaluación del daño se hizo mediante un muestreo destructivo en el que los brotes eran arrancados y los tallos cortados con

navajas desde la base de la cepa, el daño fue observado y separado de acuerdo a la característica que presentó: perforaciones, túneles y la presencia de larvas.

Para el muestreo durante la época lluviosa se utilizó un muestreo al azar en el que se tomó una muestra por cada 7 ha; cada muestra consistió de 2 metros lineales. En los 2 metros lineales se contabilizó: número de tallos sanos y dañados, canutos sanos y dañados, altura de tallos y número de larvas totales de *Diatraea saccharalis*. Las larvas de *D. saccharalis* fueron colectadas y puestas en frascos con dieta artificial y llevadas al Laboratorio de Control Biológico de Zamorano para luego evaluar el porcentaje de parasitismo. El porcentaje de parasitismo se calculó considerando el número de larvas parasitadas por *C. flavipes* en relación al total encontrado. Luego todas las variables fueron promediadas a metro lineal.

4.4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.4.1. Etapa seca

El número de brotes /metro en la etapa seca no presentó diferencia significativas entre fincas. El promedio para las 8 fincas fue de 22.5 brotes / metro (Cuadro 4). La finca con menor número de brotes / metro fue Rapaco 1 con 16 brotes / metro y posiblemente estuvo relacionado con los días después de corte cuando se tomó la muestra. Otro factor que puede influir en el número de brotes / metro es la edad de la plantación ya que Rapaco 1 tiene más de 6 años de plantada.

El porcentaje de tallos dañados que se encontró en las 8 fincas al final de la etapa seca varió entre 6 y 31 %, presentaron porcentajes superiores al 20% las fincas: Entreríos y Cuzucera. El daño en las otras 6 fincas se encuentra entre 6 y 13 %. Este daño fue causado principalmente por *Elasmopalpus lignosellus* (Cuadro 4).

Cuadro 4. Número de brotes totales y porcentaje de daño causado por *Elasmopalpus lignosellus* en caña de azúcar en 8 fincas comerciales del Ingenio Tres Valles durante el periodo seco, Cantarranas, Honduras, 2002.

Fincas	DDC	Riego (mm)	Brotes / metro	% de brotes dañados
Rapaco 2	30	10	21	7
Entreríos	50	5	21	31
Los Ticos	55	19	28	7
Palo Verde	35	14	26	9
Granadilla	35	20	25	21
Guadalajara	55	21	21	10
Rapaco 1	25	20	16	6
Cuzucera	25	15	22	13
Promedio	**38.8**	**15.5**	**22.5**	**13.0**
Desviación	**12.7**	**5.7**	**3.7**	**8.8**

El número de brotes emergidos en esta etapa es importante porque al haber mayor número de brotes / metro, un porcentaje de ellos puede amortiguar la pérdida ocasionada por *E. lignosellus* en esta etapa sin tener consecuencia severas en el número de tallos molenderos al momento de la cosecha.

4 4.2. Etapa de inicio de lluvias

El porcentaje de tallos dañados en la etapa de inicio de lluvias varió entre 4 y 9 % y fue causado principalmente por *Diatraea saccharalis*. Sólo en lotes de las fincas Cuzucera y Rapaco 2 se encontró 3 % de daño por *E. Lignosellus*. Las fincas con mayor porcentaje de tallos dañados por *D. sacccharalis* fueron: Granadilla, Guadalajara, Rapaco 2, Palo Verde y Entreríos (Cuadro 5).

La altura de los tallos varió de 70 a 120 cm. Las fincas con mayor altura fueron Granadilla y Rapaco1 (120 cm) y la menor altura correspondió a la Cuzucera (70 cm) La diferencia pudo estar relacionada con el riego suministrado en la etapa anterior, el riego en la segunda etapa y la edad de la plantación (Cuadro 5).

Independientemente del porcentaje de daño causado por *E. lignosellus* y *D. saccharalis*, tipo de riego y días después del corte el número promedio de brotes / metro se redujo de 22.5 a 19 de la etapa seca a la etapa de inicio de lluvias (Cuadro 5). Esto probablemente se debe a que muchos brotes que presentaron daño severo en la etapa de inicio de lluvias desaparecieron por falta de agua y otros fueron eliminados por competencia con otros tallos dentro de la misma cepa.

Cuadro 5. Número de brotes, altura y porcentaje de daño causado por *Diatraea saccharalis* en 8 fincas de caña durante la etapa de inicio de lluvias (marzo-mayo), Cantarranas, Honduras, 2002.

		Milímetros			Altura	% de tallos dañados	
Fincas	DDC	Riego	lluvias	Brotes / m	(cm)	*E.lignosellus*	*D.saccharalis*
Rapaco 2	110	80	264	22	100	3	8
Entreríos	119	80	258	22	90	0	6
Los Ticos	130	67	313	17	90	0	4
Palo Verde	110	40	292	19	80	0	7
Granadilla	110	114	203	19	120	0	9
Guadalajara	130	80	283	16	90	0	9
Rapaco 1	100	20	263	20	120	0	5
Cuzucera	100	50	291	17	70	3	5
Promedio	**114**	**66**	**271**	**19**	**95**	**3**	**7**
Desviación	**12**	**29**	**33**	**2**	**18**	**-**	**2**

4.4.3. Etapa lluviosa

La altura de los tallos varió entre 110 y 200 cm. Las fincas que presentaron mayor altura en la etapa de inicio de lluvias continuaron teniéndola en la etapa lluviosa. No se encontró diferencia en el número de brotes / metro lineal entre fincas, el promedio obtenido fue 11 / metro lineal y fue menor que en la etapa de inicio de lluvias que fue de 19 (Cuadro 6). La disminución gradual en el número de brotes se debe en cierta medida a que los brotes que emergen en el transcurso del crecimiento de la planta son eliminados por competencia o desaparecen por falta de agua.

Cuadro 6. Altura y número de tallos / metro a diferentes edades en relación al riego y las precipitaciones en 8 fincas de caña del Ingenio Tres valles durante la etapa lluviosa (junio-agosto), Cantarranas, Honduras, 2002.

Fincas		Milímetros acumulados			
	DDC	Riego	Precipitación	Altura (cm)	Tallos/metro
Rapaco 2	177	7	254	190	11
Entreríos	186	40	368	160	10
Los Ticos	197	36	358	150	11
Palo Verde	177	7	439	160	12
Granadilla	177	16	212	190	10
Guadalajara	197	34	289	160	10
Rapaco 1	167	7	220	200	11
Cuzucera	167	19	441	110	12
Promedio	-	**21**	**323**	**165**	**11**
Desviación	-	**14**	**92**	**29**	**1**

El porcentaje de tallos dañados varió entre 2 - 18 %. Las fincas que presentaron mayores porcentajes de tallos dañados fueron: Los Ticos y Granadilla con 18 y 17 % respectivamente. El daño en las otras 6 fincas estuvo entre 2 y 9 % (Cuadro 7). El daño encontrado fue principalmente por *Diatraea saccharalis.* El riego y las lluvias en esta etapa ayudaron a cumplir con los requerimientos hídricos de la caña, pero posiblemente el nivel de agua presente en el riego y las lluvias no contribuyeron a reducir el daño, antes bien permite que el insecto desarrolle sus generaciones sin perturbación porque los tallos crecen normalmente proveyendo alimento de forma continua a las larvas. Según Meagher (1996) sólo en casos de exceso de agua se ha reportado en plantaciones de caña en USA, reducción en el número de generaciones de *Diatraea saccharalis*, debido al alargamiento del periodo de pupa.

La severidad del daño, expresada en porcentaje de canutos dañados en tallos atacados, varió entre 8 y 30 %, las fincas que presentaron mayor porcentaje de tallos dañados, en general, presentaron mayor porcentaje de canutos perforado (Cuadro 7). La larva presente posiblemente perfora varios canutos dentro de un mismo tallo. Esto se puede concluir de

la correlación positiva de 0.87 obtenida entre el número de canutos dañados y el número de tallos dañados que fue significativa a $P < 0.005$ (Cuadro 8).

Se encontró parasitismo por *Cotesia flavipes* sobre larvas de *Diatraea saccharalis* en 6 fincas en promedio fue 35.8 %. El mayor parasitismo se encontró en las fincas "Los Ticos", "Palo Verde" y Cuzucera con 48, 44 y 40 % respectivamente y el menor porcentaje se obtuvo en la finca "Entreríos" con 25 %. Las fincas Rapaco 2 y Rapaco 1 no se evaluó parasitismo debido a que no se logró recolectar larvas durante el muestreo.

Se presentó correlación de 0.74, positiva alta entre el número de tallos dañados y el porcentaje de parasitismo y esta correlación fue significativa a $P < 0.05$ (Cuadro 8). Esto se relaciona con lo encontrado por Bernal (2002) en pruebas realizadas con olfatómetro donde *Cotesia flavipes* fue estimulada por el olor del residuo de caña secretado por los excrementos de larvas de *Diatraea saccharalis.* Una alta presencia de larvas de *Diatraea saccharalis* posiblemente facilita al parasitoide detectarlas rápidamente, permitiéndole establecerse con rapidez y diseminarse fácilmente.

Cuadro 7. Cantidad de larvas / metro con porcentaje de tallos y canutos dañados y parasitismo en 6 fincas de caña del Ingenio Tres Valles, durante la etapa de lluvias (junio-agosto), Cantarranas, Honduras, 2002.

	%			%
Fincas	Tallos dañados	Canutos dañados	Larvas / metro	Parasitismo
Rapaco 2	0	0	0	-
Entreríos	7	13	1	25
Los Ticos	18	27	3	48
Palo Verde	9	19	2	44
Granadilla	17	30	3	31
Guadalajara	4	21	1	27
Rapaco 1	2	8	0	-
Cuzucera	7	20	2	40
Promedio	**8**	**17**	**2**	**35.8**

Cuadro 8. Correlación y ajuste de factores a un modelo lineal en fincas en 8 fincas del ingenio Tres Valles, durante la etapa de lluvias (junio-agosto), Cantarranas, Honduras, 2002

Factores					
X	Y	n	Correlación	R	P = 0.05
Daño	Severidad	8	0.87	0.76	0.005
Daño	Parasitismo	6	0.74	0.55	0.03

Las correlaciones entre: riego y daño, riego y brotes, riego y altura, días después del corte y daño, altura y daño considerados en la etapa seca, etapa de inicio de lluvias y etapa lluviosa se presentan en los Anexos 1, 2 y 3, presentaron cierta relación las variables, pero no fueron significativas a $P<0.05$. Esto posiblemente fue afectado por el número de muestras tomadas y la variabilidad entre los días de corte de cada finca.

4.5. CONCLUSIONES

- En la época seca se encontró daño principalmente por *Elasmopalpus lignosellus* en las 8 fincas evaluadas, encontrándose en promedio 13 % de brotes dañados.

- Después del inicio de las lluvias y etapa lluviosa el daño fue causado principalmente por *Diatraea saccharalis*, encontrándose en promedio 7 % en la etapa de inicio de lluvias y 8 % de tallos dañados en la etapa lluviosa.

- El porcentaje de parasitismo en *Diatraea saccharalis* por *Cotesia flavipes* fue en promedio 34.5 %, variando entre 25 – 48 %.

- El porcentaje de parasitismo tuvo tendencia a ser mayor en las fincas que presentaron mayor porcentaje de tallos dañados.

5. ESTUDIO III

EVALUACIÓN DEL EFECTO DE MICORRIZAS EN CAÑA DE AZÚCAR BAJO DOS NIVELES DE FERTILIZACIÓN EN EL INGENIO TRES VALLES EN CANTARRANAS, HONDURAS.

5.1. INTRODUCCIÓN

La producción cañera en los países Latinoamericanos se ve limitada por el fósforo. En Costa Rica compañías azucareras con suelos inceptisoles requieren aplicaciones de 150-200 kg de fósforo por ciclo de cultivo (Cháves, 1999). En México, 50% de los suelos usados para el cultivo de caña están clasificados en vertisoles, inceptisoles y regasoles, en los cuales es común el bloqueo de calcio sobre el fósforo debido a la mayor solubilidad del calcio, que se ve favorecido por el pH alcalino; bajo estas condiciones las compañías azucareras tienen que aplicar niveles de fósforo mayores a 100 kg / ha / ciclo (Lazcano, 2001). Según Subirós (1995) la deficiencia de fósforo se manifiesta en entrenudos cortos y escaso macollamiento de cepas. Esto afectaría de forma directa en el rendimiento final en compañías azucareras con problemas de fósforo en el suelo.

Una alternativa para incrementar la absorción de fósforo poco disponible en suelos marginales por la caña es el uso de micorrizas arbusculares. Estos hongos al establecer simbiosis con las raíces estimulan el crecimiento radicular mejorando la absorción de agua y nutrimentos de zonas poco accesibles para las raíces (Henández, 1997). Según Raddatz (1997) estos hongos mejoran la disponibilidad de fósforo en el suelo para la planta, pero la simbiosis se puede ver inhibida por altos contenidos de este elemento en el suelo al momento de la inoculación con la micorriza. En este estudio se planteó el uso de Mycoral® como una alternativa de biofertilización en suelos marginales, con contenido de fósforo menores a 30 ppm.

5.2. OBJETIVO

Determinar el efecto de las micorrizas y dos niveles de fertilización sobre el establecimiento y desarrollo de la caña de azúcar de la variedad MEX-79431 en la finca “Los Ticos” en el Valle de Cantarranas.

5.3. MATERIALES Y MÉTODOS

5.3.1. Localización del estudio

Este estudio se realizó en la finca "Los Ticos" del ingenio Tres Valles. La finca "Los Ticos" está localizada en el Valle de Cantarranas, Francisco Morazán, Honduras a una latitud de 14° norte y 87° longitud oeste, a 500 msnm, con precipitación media anual de 925 mm, distribuidos la mayor parte en junio y octubre y con una temperatura media anual de 29° C.

5.3 2. Preparación del material de siembra

Se usaron tallos de caña de 20-25 cm de longitud, con 7 meses de edad de la variedad Mex-79431producidas en lotes comerciales del ingenio. La semilla fue cosechada un día antes a la siembra y guardada en sacos. El material cosechado puede estar almacenado en esta forma hasta por una semana evitando los excesos de temperatura y la semilla puede germinar sin ningún inconveniente.

5.3.3. Inoculación de yemas

Los trozos de caña fueron distribuidos en todas las parcelas, se procedió de forma conjunta con personal de Zamorano a inocular, usando vasos plásticos calibrados. Se aplicaron aproximadamente 25 gr de Mycoral® por yema, luego se aplicó 950 gr de 18-46-0 en las parcelas con el nivel 100% de fertilización y 680 gr del mismo fertilizante en parcelas con el nivel de 70 % de fertilización. Al terminar cada parcela inoculada se procedió a tapar los surcos para evitar que el producto estuviera expuesto a los rayos solares por mucho tiempo.

5.3.4. Riego

De acuerdo con la textura del suelo, temperatura de la zona, transpiración y evapotranspiración del cultivo se tiene definido en el ingenio que la duración de los riegos debe ser de dos horas con una frecuencia de 7 días entre riego, para lotes con riego por aspersión. Las parcelas del experimento estuvieron bajo un sistema de riego por aspersión y la frecuencia entre cada riego fue de 15 a 30 días. También el espaciamiento entre aspersores no permitió un traslape eficiente lo que generó un alto déficit de agua en el ensayo, causando desuniformidad en el desarrollo de las plantas. Durante este período se registraron dos precipitaciones, una de 40 mm y otra de 120 mm, que favorecieron el crecimiento de los tallos.

5.3.5. Tratamientos

El estudio se estableció en un suelo que contenía de 15-17 ppm de fósforo. Los tratamientos consideraron dos factores: el nivel de fertilización y el uso de micorriza, la interacción de los factores con los tratamientos se presenta en el cuadro 6. La distribución de los tratamientos se presenta en el Anexo 4. Los tratamientos se establecieron en un

factorial de 2x2 con 5 repeticiones distribuidas al azar en parcelas divididas, con el fertilizante como la parcela mayor. Se utilizaron 20 parcelas de 175 m² cada una; en cada parcela se estableció una unidad de muestreo de 5 metros lineales.

Cuadro 9. Factores, niveles, concentración y dosis usadas al momento de la siembra en los tratamientos, Cantarranas, Honduras, 2002.

Factores	Nivel	Concentración	Dosis
Micorriza	Con Mycoral®	> 400Θ	25g de Mycoral / yema
	Sin Mycoral®	Ninguna	Ninguna
Fertilización	100% de fertilizante	18-46-0 [a]	8.5g de fertilizante/metro
	70% de fertilizante	18-46-0 [a]	6 g de fertilizante/metro

Θ Clamidosporas / gr de producto.

[a] Porcentaje de N-P-K por cada 100 Lb de fertilizante.

5.3.6. Metodología de recolección de datos

Para la evaluación de germinación se estableció al azar una unidad de muestreo / parcela, cada unidad de muestreo consistió en 5 metros lineales. En los 5 metro lineales se contabilizó durante la siembra de la caña el número de yemas totales. Luego a los 22, 36 y 50 días después de la siembra se tomó la germinación de estas yemas.

Para el muestreo de crecimiento de plantas y daño por *Elasmopalpus lignosellus* se utilizó un método al azar, en el que se tomó una muestra de 5 metros lineales / cada parcela. En los 5 metros lineales se contabilizó el número total de brotes a los 50 días después de la siembra y fueron separados en tres clasificaciones de altura: 1 a 5 cm, 6 a 15 cm y 16 a 25 cm. El daño por *E. lignosellus* se evaluó mediante observación visual de las perforaciones, no se destruyó el brote. Luego a los 90 días después de la siembra los brotes y tallos fueron separados en tres clasificaciones de altura: 1 a 35 cm, 36 a 70 cm y 71 a 105 cm. La altura en ambas evaluaciones se tomó con una regla calibrada

5.4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.4.1. Germinación

Debido a la mala irrigación del experimento, el porcentaje de germinación promedio a los 50 días después de la siembra fue de 56.08%. No se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos debido a la baja frecuencia de los riegos que resultó en una inadecuada humedad para la semilla y en un mal establecimiento de las micorrizas.

5.4.2. Crecimiento y presencia de *Elasmopalpus lignosellus*

Cincuenta días después de la siembra, se encontró que en promedio 84 % de los tallos correspondió a la clasificación de altura entre 6 - 15 cm, 9 % a la clasificación de 16 – 25 cm y 7% a la clasificación de 1–5 cm. Ninguna de las tres clasificaciones de altura mostró diferencia significativa a P< 0.05. Los porcentajes correspondientes a cada clasificación se muestran en el Gráfico 2.

No se encontró diferencia significativa en el número de brotes / metro entre los tratamientos, para todos los tratamientos se encontró en promedio 11 tallos / metro. Esto obedece a la desuniformidad en la emergencia de los tallos por los problemas de riego. El porcentaje de brotes dañados por *E lignosellus* no tuvo una tendencia clara entre los tratamientos, en promedio se encontró 17 % de brotes dañados en todos los tratamientos (Gráfico 2). El porcentaje de daño fue alto y variable, por lo que se deduce que el daño encontrado no se debió al efecto de las micorrizas en la nutrición de la planta, sino que también fue influenciado por otros factores como el riego, la presencia de malezas, el tipo de suelo, entre otros. Sin embargo, creemos que el riego inadecuado fue la razón principal.

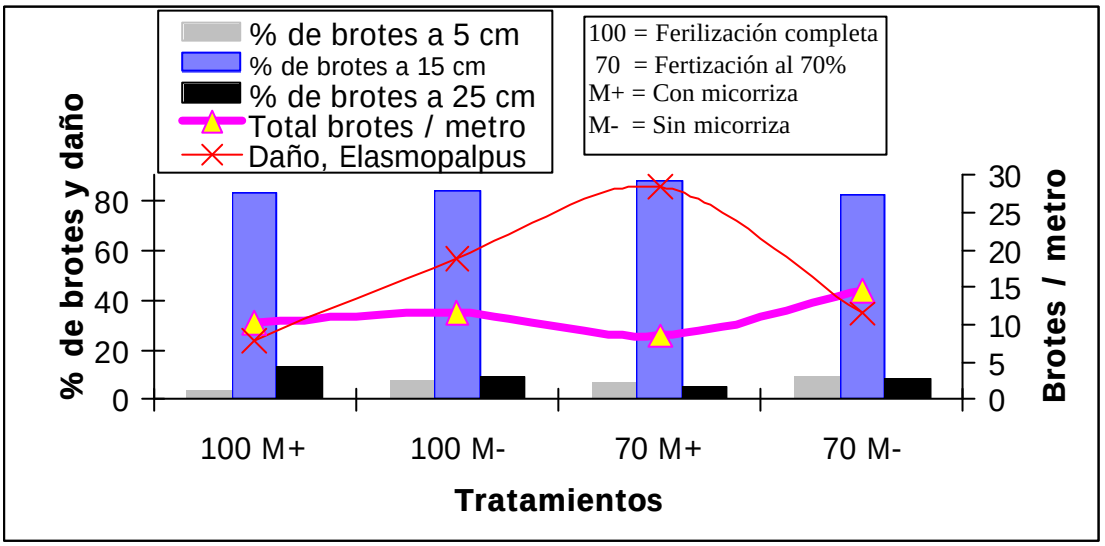

Gráfico 2. Número y porcentaje de cogollos con daño de *Elasmopalpus lignosellus* a tres alturas, 50 días después de la siembra en cuatro tratamientos en la finca "Los Ticos".

Noventa días después de la siembra, se encontró que en promedio 53 % de los tallos correspondieron a la clasificación de altura de 1–35 cm, 43 % de los tallos correspondieron a la clasificación de 36-70 cm y 4 % de los tallos correspondieron a la clasificación de 71–105 cm. No se encontró diferencia significativa entre los tratamientos para las tres clasificaciones de altura evaluadas. Esto indica que en promedio 96 % del total de tallos se encontraron en altura menor o igual a 70 cm y sólo un 4 % del total de tallos estuvo por encima de este valor. (Gráfico 3). En la variable de número de tallos /

metro no se encontró diferencia significativa entre los tratamientos, el promedio para todos los tratamientos fue 9 tallos / metro lineal. (Gráfico 3).

El alto porcentaje de tallos en los rangos de clasificaciones de 1-35 y 36-70, muestran el poco desarrollo que han tenido y el bajo número de brotes / metro muestra la poca capacidad de rebrotes de las cepas. La deficiencia de ambas variables está relacionado con la deficiencia del riego.

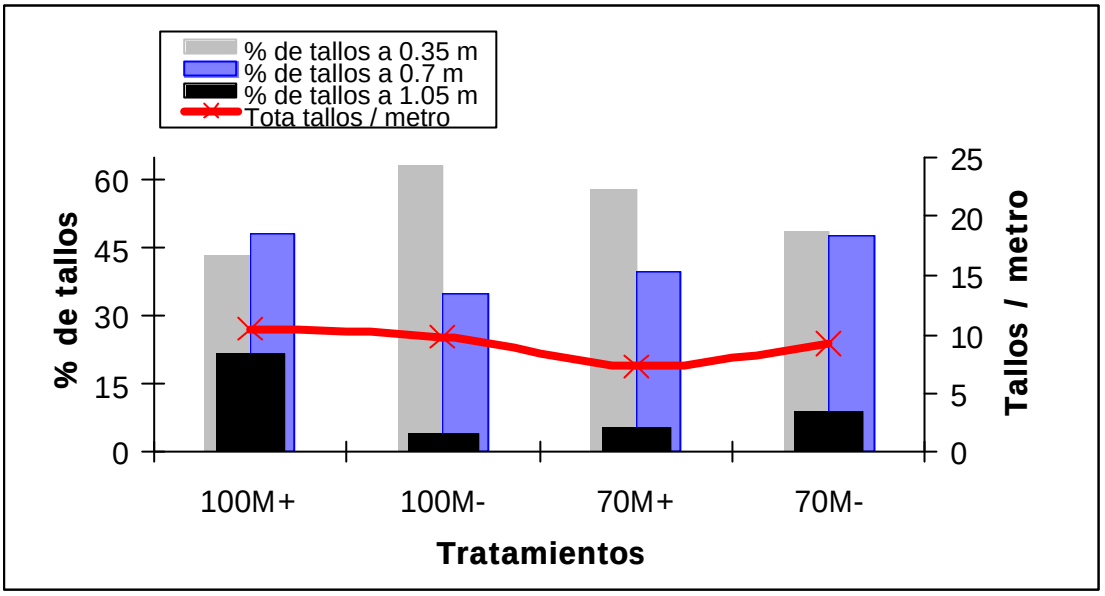

Gráfico 3. Porcentaje promedio y número total de cogollos encontrados en cuatro tratamientos, 90 días después de la siembra

5.5. CONCLUSIONES

La frecuencia de riego en todos los tratamientos fue deficiente y dio como resultado variabilidad en los resultados, lo que no permitió determinar el efecto de los tratamientos.

La germinación fue baja y tardía, el promedio en todos los tratamientos fue 55.2 %, sin encontrarse diferencia significativa.

El porcentaje de daño de *Elasmopalpus lignosellus* fue en promedio 17 % y no se encontró diferencias significativas entre los tratamientos. Aparentemente los tratamientos no influyeron en el daño.

Cincuenta días después de la siembra el mayor porcentaje de brotes (84%) correspondió al rango de clasificación de 6-15 cm. Los rangos de clasificación de 1-5 y 16-25 cm se presentaron con menor frecuencia, 7 y 9 % respectivamente.

Noventa días después de la siembra los mayores porcentajes de tallos estuvieron en los rangos de clasificaciones de 1-35 cm (53%) y de 36-70 cm (43%). El rango de 71-105 cm sólo obtuvo 4 %.

6. CONCLUSIONES GENERALES

1. *Elasmopalpus lignosellus* se encontró con mayor frecuencia en la época seca y causó en promedio 12.3 % de daño en los brotes, en los primeros 75 días después del corte y se redujo significativamente 90 días después del corte.

2. A los niveles de ataque observado, el daño causado por *E. lingnosellus* en los brotes no representa daño económico, debido al bajo número de brotes eliminados durante la etapa de mayor daño y porque los brotes eliminados no son potencialmente molenderos.

3. Después del inicio de las lluvias y durante la etapa lluviosa el daño fue causado principalmente por *Diatraea saccharalis,* encontrándose en promedio 7 % en la etapa de inicio de lluvias y 8 % en la etapa lluviosa. Este porcentaje de daño en algunas fincas puede ser significativo porque afecta tallos potencialmente molenderos.

4. El porcentaje de parasitismo en *Diatraea saccharalis* por *Cotesia flavipes* fue en promedio 34.5 %, variando entre 25 – 48 %.

5. El porcentaje de parasitismo tuvo tendencia a ser mayor en las fincas que presentaron mayor porcentaje de tallos dañados

6. En el estudio de micorrizas las variables evaluadas no presentaron diferencias significativas, esto se debió posiblemente a la falta de riego para la correcta germinación de la caña y el establecimiento de la micorriza.

7. RECOMENDACIONES

1. Evaluar el daño ocasionado por *Elasmopalpus lignosellus* en el establecimiento del cultivo, para determinar si la pérdida de brotes afecta económicamente.

2. Evaluar el comportamiento del daño causado por *E. lignosellus* incrementando correctamente a dos veces la frecuencia de riego.

3. Monitorear el daño durante un período de tiempo mayor para tener mayor referencia de las plagas a través del tiempo.

4. Establecer parcelas inmediatamente después de la cosecha para conocer el comportamiento y dinámica de *Diatraea saccharalis.*

5. Elaborar un diagnóstico de las características de la fincas que puedan contribuir al establecimiento de *Diatraea saccharalis.*

6. Realizar un último muestreo al momento de la cosecha para cuantificar el daño por *D. saccharalis.*

7. Establecer el estudio de micorrizas en lotes con disponibilidad de agua para el riego y uniformizar la frecuencia de riego en los lotes que se están evaluando.

8. Realizar pruebas usando diferentes métodos de aplicación para determinar la forma más efectiva, práctica y económica en caña de azúcar.

8. BIBLIOGRAFÍA

ANDREWS, K. 1984. El manejo de las plagas invertebradas en cultivos agronómicas, hortícolas y frutales. Proyecto MIPH. Escuela Agrícola panamericana, Honduras. Parte II, p. 33-35.

ARGEÑAL, V. 2002. Liberar el mercado del azúcar destruiría el bienestar de los productores de caña. el Heraldo Tegucigalpa, Honduras.

BERNAL, J. 2002. Parasitism and host location by *Cotesia flavipes*, a larval parasitoid of *Diatraea saccharalis*, as affected by transgenic sugarcane expressin snowdrop lectin (en línea) Texas, USA. Consultado el 10 de octubre del 2002. Disponible en: http: // esa.confex.com/esa/2001/techprogram/paper_1457htm

BLANCOL, F. 1997. Micorrizas en la agricultura: contexto mundial e investigación realizada en Costa Rica. Agronomía Costarricense. Turrrialba (Costa Rica) 21 (1): 55-67.

CAPINERA, J. 2001. Distributiontion, life cycle and description, damage, host plants and natural enemies of *Diatraea saccharalis* (Fabricius) (Insecta: Lepidoptera: Pyralidae) (en línea) Florida, USA. Consultado el 15 de julio del 2002. Disponible en: http: //creatures.ifas.ufl.edu

CHÁVES, M. 1999. El fósforo y la caña de azúcar. Treceavo congreso de ATACORI. Guanacaste, Costa Rica. 270p.

FERRER, F.; GUEDEZ, E. 1990. Estudio de los daños causados por *Diatraea spp.* (Lepidóptera: Pyralidae) en el área de influencia de la Azucarera Río Turbio en los años 1986-1987-1988. Caña de azúcar (Lara) Venezuela. 08(1): 25-35.

HERNÁNDEZ, A. 1997. Aspectos ge nerales de las micorrizas arbusculares (MA). Terralia. Madrid (España) 12 (1): 12-13

JEONG, Y.; GUO, Y.; ECKHAR, G. 2002**.** Uptake of heavy metals by hyphae of an arbuscular mycorrhizal fungus (en línea). Hohenheim University, Stuttgart, Alemania. Consultado el 8 de Noviembre del 2002. Disponible en: http**:** // www.uni-hohenheim.de/institute/pflanzenernaehrung/hhyphae1.htm#1

LAZCANO, I. 2002. La necesidad de fósforo para incrementar el rendimiento de azúcar (en línea). Naranjo, Mexico. Consultado el 30 de Julio del 2002. Disponible en: http: www.ppi-far.org/ppiweb/iamex.nsf/

LINARES, B.; FERRER, F. 1990. Introducción de *Cotesia flavipes* Cameron (Hymenóptera: Braconidae) para el control de *Diatraea spp* (Lepidóptera: Pyralidae) en Venezuela. Caña de azúcar (Lara) Venezuela. 08(1): 5-11.

MARENCO, M.; ANDREWS, K. 1988. Establecimiento de *Cotesia flavipes* Cam. para el control de *Diatraea* spp en Honduras. Ceiba. Zamorano (Honduras) 29 (1): 1-12.

MEAGHER, R. 1996. MIP en caña (en línea). Minnessota, USA. Consultado el 20 de junio del 2002. Disponible en: http: ://www.ipmworld.umn.edu/chapters/meagher.htm

MENDOZA, J. 1992. El barrenador del tallo del maíz *Diatraea spp*. y su control. INIAP. Pichilingue (Ecuador) 38(1): 3-18.

METCALF, R. 1994. Introducción al manejo de plagas e insectos. 2 ed. Limusa. Monterrey, México. 710p.

OSORIO, R.; CIBRAN, J. 1999. Comportamiento reproductivo del barrenador de la caña *Diatraea considerata* (lepidópera: pyralidae) Agrociencia (México) 34: 595-602.

POLLACK, M. 1994. Manual de las plagas de caña de azúcar. Red de acción en alternativas al uso de agroquímicos. Lima, Perú. 79p.

RADDATZ, E. 1997. VAM, y la resistencia de las plantas contra causantes de daño. Conferencia Corpocuencas. Cali, Colombia. 16p.

SÁENZ, C.; ALFARO, D. 1999. Treceavo congreso de la asociación de cañeros de Costa Rica. San José, Costa Rica. 270 p.

SERRANO, L.; OLIVAS, G.; MARTINEZ, G.; REYES, R. 1988. Estudio de la incidencia de barrenadores del tallo *Diatraea spp.* (Lepidóptera: Pyralidae) en el sistema de cultivo maíz–sorgo y sus parasitoides nativos y éxoticos en el Salvador. San Salvador, El Salvador. 42 p

SIEVERDING, E. 1991. Vesicular-arbascular mycorrizha management in tropical agrosystems. Technical Cooperation, Federal Republic of Germany. P. 17-27.

SEQUEIRA, R. A. 1986. Studies on pest and their natural enemies in maize and sorghum in Honduras. Msc. thesis. Texas A&M University. 85p.

SORIA, E.; REYES, C.; OCCEGUERA, Z.; PEREIRA, C. 2001. Micorrización de plantas micropropagadas de caña de azúcar (*Sacharum officinarun*). Agricultura Técnica (Chile) 61(4): 436-443.

SUBIRÓS, F. 1995. El cultivo de la caña de azúcar. 2 ed. Turrialba, Costa Rica. 441p.

TRABANINO, R. 1998. Guía para el manejo de plagas invertebradas en Honduras. Zamorano Academic Press. Escuela Agrícola Panamericana. Francisco Morazán, Honduras. 156p.

VÁSQUES GUILLÉN, J.; LIZAMA MEZA, P. 2001. Evaluación bilógica y económica del uso de micorrizas (Mycoral) en cuatro pastos. Tesis Ing. Agr. El Zamorano, Honduras. 36p.

9.ANEXOS

Anexo 1. Correlación y ajuste de los factores a un modelo lineal en fincas con riego por aspersión, durante la etapa seca del estudio. Cantarranas, Honduras, 2002

Factores					
X	Y	n	Correlación	R^2	P
Riego	Daño	6	-0.7	0.49	ns
Riego	Brotes	6	0.4	0.16	ns
DDC	Daño	6	0.21	0.04	ns

Anexo 2. Correlación y ajuste de los factores a un modelo lineal en fincas con riego por aspersión, durante la etapa de inicio de lluvias del estudio. Cantarranas, Honduras, 2002.

Factores					
X	Y	n	Correlación	R^2	P
Riego	Daño	6	-0.2	0.04	Ns
Riego	Altura	6	0.4	0.16	Ns
Riego	Brotes	6	-0.35	0.12	Ns
Altura	Daño	6	-0.27	0.08	Ns
DDC	Daño	6	-0.22	0.05	Ns
DDC	Altura	6	0.53	0.28	Ns

Anexo 3. Correlación y ajuste de los factores a un modelo lineal en fincas con riego por aspersión, durante la etapa de lluvias del estudio. Cantarranas, Honduras, 2002

Factores					
X	Y	n	Correlación	R	P
Riego	Daño	6	0.58	0.33	ns
Riego	Altura	6	0.2	0.05	ns
Altura	Daño	6	-0.36	0.13	ns
DDC	Brotes	6	-0.72	0.53	ns
DDC	Altura	6	0.32	0.1	ns

Anexo 4. Mapa de ubicación de los tratamientos y sus repeticiones del ensayo de micorrizas en la finca "Los Ticos", Cantarranas, Honduras, 2002.

Repetición 1		Repetición 2		Repetición 3		Repetición 4		Repetición 5	
Fertilización		Fertilización		Fertilización		Fertilización		Fertilización	
100	70	100	70	100	70	100	70	100	70
Espacio de 5 metros									
M+	M-	M-	M+	M+	M-	M-	M+	M-	M+
Calle (espacio de 4 metros)									
M-	M+	M+	M-	M-	M+	M+	M-	M+	M-
Espacio de 5 metros									

M+ = con micorriza
M- = sin micorriza