



Materiales para la transferencia de tecnología en la agroindustria de la caña de azúcar



Evaluación del daño de los barrenadores de la caña: *Diatraea* spp. y su control

Guía metodológica

Germán Andrés Vargas Orozco



Serie: Sistema de
producción agrícola

El autor

Germán Andrés Vargas Orozco

Ingeniero agrónomo de la Universidad Nacional de Colombia, egresado de la sede en Palmira en el 2003, año durante cual se vinculó como asistente de investigación a la sección de Entomología de la Universidad del Valle, donde trabajó con el grupo de investigación en biología, ecología y manejo de hormigas, en particular con especies asociadas a cafetales. Luego fue asistente de investigación en el área de Entomología de Cenicaña, donde actualmente es coordinador del área.

Los primeros cuatro años en el Centro de Investigación estuvo dedicado al desarrollo de proyectos relacionados con la evaluación y el manejo de los barrenadores de la caña *Diatraea* spp. y a la implementación del control biológico del pulgón amarillo, *Sipha flava*.

En 2007, como becario del Programa Fulbright-Colciencias-DNP y con el apoyo de Cenicaña, inició estudios de doctorado en el Departamento de Entomología de la Universidad Estatal de Kansas, E.E. U.U., institución que le otorgó el título por su investigación de profundización en la biología reproductiva y la historia de vida de los coccinélidos depredadores de áfidos.

En la agroindustria de la caña de azúcar de Colombia y a través de la investigación para promover el desarrollo de variedades de alta sacarosa estable en agroecosistemas del valle del río Cauca, el autor ha contribuido con el reconocimiento de los enemigos naturales de la hormiga loca, *Nylanderia fulva*; la regulación de las poblaciones del pulgón amarillo, *Sipha flava*, mediante la utilización de crisopas; la evaluación de nematodos para el control biológico de el salivazo de la caña, *Aeneolamia varia*; y, en especial, la investigación para el manejo de *Diatraea* spp. con énfasis en control biológico.

Evaluación del daño de los barrenadores de la caña: *Diatraea* spp. y su control

Guía metodológica



Materiales para la transferencia de tecnología en la agroindustria de la caña de azúcar



Evaluación del daño de los barrenadores de la caña: *Diatraea* spp. y su control

Guía metodológica

Germán Andrés Vargas Orozco



Serie: Sistema de
producción agrícola

Vargas Orozco, Germán Andrés

Evaluación del daño de los barrenadores de la caña: *Diatraea* spp. y su control. Guía metodológica / Germán Andrés Vargas Orozco. – Cali: Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia, 2015.

98 p.; 28 cm. (Materiales para la transferencia de tecnología en la agroindustria de la caña de azúcar. Sistema de producción agrícola).

ISBN 978-958-8449-15-9

Incluye referencias bibliográficas

1. Caña de azúcar. 2. *Diatraea* spp. 3. Control biológico. 4. Barrenadores. 5. Plagas. 6. Transferencia de tecnología.

I. Título

632.7 CDD 23 ed.

V297

Cenicaña – Biblioteca Guillermo Ramos Núñez

Copyright © 2015 por Cenicaña®

Dirección postal: Calle 58 Norte N°. 3BN-110. Cali, Colombia.
Estación Experimental: vía Cali-Florida km 26,
San Antonio de los Caballeros, Colombia.

www.cenicana.org
buzon@cenicana.org

Marzo de 2015

Todos los derechos reservados.

Prohibida la reproducción total o parcial de este libro, por cualquier medio, sin permiso de Cenicaña.

Producción editorial: Servicio de cooperación técnica y transferencia de tecnología (SCTT, Cenicaña).

Estrategia de transferencia de tecnología: Camilo H. Isaacs E., jefe SCTT.

Asesoría en gestión del conocimiento: Vicente Zapata Sánchez, consultor.

Nota: esta guía metodológica y las ayudas didácticas relacionadas hacen parte de la colección de materiales para la transferencia de tecnología producidos por Cenicaña como insumos del Programa de Aprendizaje y Asistencia Técnica (PAT), en la agroindustria azucarera colombiana. Quienes reciben los materiales directamente de Cenicaña están autorizados para reproducirlos y adaptarlos en los procesos de capacitación a su cargo, siempre que las modificaciones contribuyan al logro de los objetivos de aprendizaje propuestos por los autores. Cenicaña mantendrá abiertos sus canales formales de comunicación con los usuarios de la guía para intercambiar las actualizaciones en la materia de aprendizaje y atenderá oportunamente las solicitudes de servicios requeridos para la celebración de las actividades pedagógicas de acuerdo con los términos de compromiso definidos en el PAT. Cenicaña no se hace responsable de las decisiones que tomen los destinatarios de la guía en el ejercicio de sus competencias de capacitación.

Advertencia: la mención de productos comerciales en las publicaciones de Cenicaña tiene solamente el propósito de ilustrar a los lectores acerca de las pruebas realizadas y en ningún caso compromete al centro de investigación con los fabricantes y sus distribuidores, quienes no están autorizados para usar los resultados con fines promocionales ni publicitarios.

Referencia sugerida:

Vargas Orozco, G.A. 2015. Evaluación del daño de los barrenadores de la caña: *Diatraea* spp. y su control. Guía metodológica. Cenicaña. Cali, Colombia. 98 p. (Materiales para la transferencia de tecnología en la agroindustria de la caña de azúcar. Sistema de producción agrícola).

Agradecimientos

A Yolanda Gutiérrez (ingenios Incauca y Providencia), Jorge García (Diatraea Ltda.) y Alex Bustillo (Cenipalma), personas con experiencia en el tema de los barrenadores del tallo y que sirvieron de revisores del manuscrito.

Al grupo de profesionales de los ingenios azucareros y Cenicaña, quienes participaron en la práctica que se hizo con el fin de validar y mejorar la propuesta metodológica presentada en la guía: Amanda Villegas, Natalia Arias, Laura M. Ramírez, Carolina Cardozo, Armando González, Sara M. Paz, Luis A. Valencia, Ricardo A. Palomino, Alexander Bohórquez, Melissa Tanaka, Luz M. Escarria, Natalia A. Mendoza, Anderson Orozco, María C. Pizarro, Sandra P. Guzmán y Adriana Vega.

A Vicente Zapata, por su asesoría y orientación en la elaboración de la guía; a Victoria Carrillo, Alcira Arias, Margarita Rodríguez y Ernesto Fernández, por el apoyo editorial, y a Camilo Isaacs, por el apoyo logístico.

Contenido

Presentación	8
Programa de Aprendizaje y Asistencia Técnica	9
Preámbulo Evaluación del daño de los barrenadores de la caña: <i>Diatraea</i> spp. y su control	10
Introducción	10
A quién se dirige esta guía	11
Cómo usar la guía	11
Objetivos	12
Estructura general de aprendizaje	13
Autoevaluación inicial	14
Unidad 1 Muestreo de los barrenadores de la caña: <i>Diatraea</i> spp.	18
Introducción	19
Objetivos	19
Estructura de aprendizaje	19
Preguntas iniciales	20
Tipo de daño causado por <i>Diatraea</i> spp.: biología y ecología del insecto	21
• Hábitos y ciclo de vida	23
• Diferenciación del daño por barrenadores	24
Muestreo sistemático de <i>Diatraea</i> spp.	27
Práctica 1.1. Muestreo sistemático de los barrenadores: cómo identificar la plaga y evaluar el daño	30
Unidad 2 Estimación del nivel de daño causado por <i>Diatraea</i> spp.	36
Introducción	37
Objetivo	37
Estructura de aprendizaje	37
Preguntas iniciales	37
Nivel de daño o intensidad de infestación	38
Ejercicio 2.1. Calcular la intensidad de infestación de <i>Diatraea</i> spp. en cultivos de caña de azúcar	39

Unidad 3	Métodos de control de los barrenadores de la caña: <i>Diatraea</i> spp.	42
	Introducción	43
	Objetivos	44
	Estructura de aprendizaje	44
	Preguntas iniciales	45
	Antecedentes del control biológico de <i>Diatraea</i> spp. en la agroindustria azucarera del valle del río Cauca	46
	Biología y ecología de los enemigos naturales	47
	• Moscas taquínidas: parasitoides de larvas de <i>Diatraea</i>	47
	• Avispita <i>Trichogramma exiguum</i> : parasitoide de huevos	49
	Recomendaciones para la liberación de los enemigos naturales de <i>Diatraea</i> spp.	52
	Medición del parasitismo de los enemigos naturales de <i>Diatraea</i> en el campo	57
	Calidad de enemigos naturales utilizados en el control de <i>Diatraea</i> spp.	60
	Ejercicio 3.1. Reconocimiento de los enemigos naturales de <i>Diatraea</i> y guía para su liberación en el campo	62
	Práctica 3.1. Liberación de enemigos naturales de <i>Diatraea</i> y evaluación del parasitismo en el campo	64
Unidad 4	Análisis económico del control biológico de <i>Diatraea</i> spp.	66
	Introducción	67
	Objetivos	67
	Estructura de aprendizaje	68
	Preguntas iniciales	68
	Estimación de las pérdidas de producción causadas por <i>Diatraea</i>	69
	Efectividad del control biológico y sus costos	70
	Análisis de rentabilidad del control biológico	72
	Ejercicio 4.1. Importancia económica de las pérdidas causadas por <i>Diatraea</i> spp.	74
	Ejercicio 4.2. Relación beneficio/costo de un programa de control biológico	75
Anexo		76
	Apéndice	86
	Referencias bibliográficas	94
	Glosario	96



Presentación

La visión del sector azucarero colombiano para el año 2030 es ubicarlo en un puesto de privilegio a escala mundial. Las diferencias en los índices de productividad son significativas en la prospectiva, de manera que uno de los retos inmediatos de Cenicaña es facilitar la adopción de tecnologías sostenibles que aseguren el mejoramiento de la productividad en armonía con el desarrollo regional.

Esta guía metodológica hace parte de la colección de materiales para la transferencia de tecnología que diseña y dirige Cenicaña con el fin de proveer un marco de referencia técnico y didáctico para desarrollar la estrategia de transferencia y adopción de nuevas tecnologías en la agroindustria.

La colección consta de dos series temáticas, sistema de producción agrícola y sistema de producción industrial, y está conformada por guías metodológicas y ayudas digitales en donde los autores —investigadores y profesionales de Cenicaña— presentan la teoría y la práctica acerca de la oferta tecnológica desarrollada y validada por el centro de investigación junto con los ingenios azucareros y alcoholeros y los cultivadores de caña de azúcar del valle del río Cauca.

Los materiales para la transferencia de tecnología facilitarán el desarrollo de los programas de capacitación que llevarán al sector azucarero a ser más competitivo.

Álvaro Amaya Estévez
Director general, Cenicaña



Recurso digital

www.cenicana.org/pat



Programa de Aprendizaje y Asistencia Técnica

Cenicaña y los ingenios del valle del río Cauca coordinan el Programa de Aprendizaje y Asistencia Técnica (PAT) en la agroindustria azucarera colombiana, facilitando así la gestión de conocimiento y el desarrollo de competencias para la adopción de prácticas sostenibles, más productivas, en las empresas del sector y convocan a todos los actores para que participen en el mejoramiento continuo del modelo.

El PAT es el componente de capacitación en la estrategia de transferencia de tecnología del centro de investigación y busca fortalecer las capacidades de comunicación y asistencia técnica con los usuarios directos de la tecnología para motivarlos y apoyarlos en las iniciativas de innovación en sus unidades productivas. Se integra en la estrategia al programa de la Red de Grupos de Transferencia de Tecnología (GTT), la validación participativa de tecnología con productores, la producción de material divulgativo y la investigación acerca del mercado de la tecnología.

La información precisa sobre el PAT y los materiales disponibles se encuentran en el sitio web www.cenicana.org/pat. Bienvenido. El reto de la adopción es ahora.

Camilo H. Isaacs E.

Jefe del Servicio de Cooperación Técnica
y Transferencia de Tecnología, Cenicaña

Evaluación del daño de los barrenadores de la caña: *Diatraea* spp. y su control

Introducción

La base de todo manejo integrado de plagas es la planeación de los métodos de control a partir de la evaluación de la población o el nivel de daño de la plaga. En la agroindustria azucarera del valle del río Cauca, donde el complejo de barrenadores de la caña de azúcar *Diatraea* spp. incluye las plagas más importantes de este cultivo, es preciso realizar el muestreo sistemático en el campo para evaluar el porcentaje de daño y, con base en él, programar la liberación de los organismos benéficos que actúan como parasitoides y ejercen diferentes grados de control de acuerdo con la especie del barrenador.

El propósito de esta guía es proveer una serie de materiales de capacitación útiles en el aprendizaje acerca del muestreo y la evaluación del daño causado por los barrenadores de la caña (unidades 1 y 2), la labor de control biológico y su análisis económico (unidades 3 y 4).

Los materiales fueron elaborados con el enfoque de gestión del conocimiento, es decir, se pretende que los participantes se apropien de la tecnología al vincularse activamente en el proceso de aprendizaje; así, en la guía se proponen varios ejercicios y prácticas de campo diseñados para que los participantes desarrollen las capacidades y habilidades necesarias para realizar el manejo integrado de la plaga.

Competencias de los participantes

Con la propuesta de capacitación se pretende favorecer el desarrollo de las capacidades de evaluación y manejo de *Diatraea* spp. en las unidades productivas de caña de azúcar.

- Preparar la logística para realizar el muestreo y la evaluación de los barrenadores, con principios de confiabilidad y conveniencia.
- Estimar el nivel de daño o intensidad de infestación de *Diatraea* spp.
- Seleccionar el método de control de acuerdo con el nivel de infestación de la plaga y realizar la labor de control.
- Realizar el análisis económico de la labor de control biológico basada en el muestreo sistemático y explicar sus beneficios y ventajas en las unidades productivas.

A quién se dirige esta guía

A los facilitadores del PAT, quienes celebran actividades de capacitación en las que participan los usuarios finales de la tecnología de evaluación y control de *Diatraea*. En la agroindustria azucarera del valle del río Cauca el grupo de facilitadores está conformado por profesionales de los ingenios azucareros: asistentes técnicos de proveedores de caña, jefes de zona, jefes de investigación o agronomía y jefes de sanidad vegetal; y del servicio de transferencia de tecnología de Cenicaña.

Los facilitadores utilizan los materiales propuestos en la guía de acuerdo con su criterio, con el propósito de transferir la tecnología y facilitar su adopción en las unidades productivas de caña de azúcar. Participan en el programa de capacitación y gestión de conocimiento quienes tienen a su cargo las tareas de evaluación y control de los barrenadores en las fincas: productores de caña de azúcar, asistentes técnicos particulares, mayordomos y supervisores, operarios y ayudantes.



Cómo usar la guía

Las unidades de aprendizaje se encuentran ordenadas en la secuencia de las actividades de manejo de la plaga y concluyen con el análisis económico del control biológico. Para lograr los objetivos de aprendizaje con los participantes, la guía ofrece las siguientes herramientas pedagógicas; el facilitador puede utilizar estos materiales tal como están diseñados o producir nuevas propuestas de acuerdo con su criterio y el interés de cada grupo.

Orientaciones para el facilitador

Utilice los materiales disponibles en el [Sitio web del PAT](http://www.cenicana.org/pat)



Recurso digital

www.cenicana.org/pat

- **Exploración de expectativas y preguntas iniciales:** oportunas para introducir los temas y obtener una idea de lo que esperan los participantes y de su nivel de conocimiento en la materia.
- **Autoevaluación de conocimientos:** cuestionarios para que los participantes evalúen su nivel de conocimiento antes de comenzar el programa y cuando éste termina.
- **Objetivos y estructura de aprendizaje:** ofrecen información pertinente para el facilitador y los participantes acerca de los alcances del programa de capacitación.
- **Resumen técnico:** síntesis de referencia para facilitadores y participantes.
- **Prácticas y ejercicios:** oportunidades de desarrollo de habilidades y destrezas; fomentan los vínculos sociales.

Objetivos

Se espera que al finalizar la capacitación los participantes tengan conocimientos, habilidades y destrezas para:

1. Discriminar el daño causado por *Diatraea* spp. del causado por otros insectos que atacan los tallos de caña, con base en las características particulares de los tipos de daño.
2. Realizar el muestreo de los barrenadores de acuerdo con las recomendaciones de Cenicaña.
3. Estimar el nivel de infestación de acuerdo con la función establecida y calcular su impacto económico en la producción.
4. Reconocer las medidas de control para el manejo de *Diatraea* spp. ofrecidas por diferentes laboratorios comerciales.
5. Aplicar las medidas de control de *Diatraea* spp. de acuerdo con el nivel de daño observado y las recomendaciones de Cenicaña.
6. Estimar la relación beneficio/costo de las medidas de control biológico de *Diatraea* spp.



Los participantes en la capacitación adquieren destreza para discriminar el daño causado por *Diatraea* spp. del causado por otros insectos que también barrenan los tallos de la caña de azúcar.

Estructura general de aprendizaje

Evaluación del daño de los barrenadores de la caña: *Diatraea* spp. y su control



La estructura de aprendizaje describe

la secuencia de pasos para lograr las mejores condiciones de sanidad vegetal al combatir el daño de los barrenadores de la caña *Diatraea* spp. mediante la evaluación del nivel de infestación y la utilización del control biológico. Cada unidad representa un paso en la aplicación de la tecnología, que va desde el reconocimiento del problema (unidad 1), la estimación del daño (unidad 2) y el control de su impacto (unidad 3), hasta el análisis de los beneficios económicos de esta labor cultural en las fincas productoras de caña de azúcar (unidad 4). Las actividades propuestas en los ejercicios y las prácticas hacen énfasis en el reconocimiento de los barrenadores mediante la diferenciación del daño y el insecto, en el conocimiento acerca del parasitismo de los enemigos naturales de *Diatraea* spp. utilizados en el control biológico y en los criterios que se deben tener en cuenta para establecer un programa de manejo integrado de la plaga. Se espera que al finalizar la capacitación los participantes estén motivados para implementar el muestreo sistemático y el registro continuo del nivel de daño, realizar las prácticas de control y explicar las ventajas económicas de la labor.



Orientaciones para el facilitador

A modo de bienvenida, proponga una dinámica de **Exploración de expectativas** para que los participantes se presenten; luego motívelos para responder la **Autoevaluación inicial**.

Autoevaluación inicial

Evaluación del daño de los barrenadores de la caña: *Diatraea* spp. y su control

Este cuestionario no tiene carácter calificativo; las preguntas, más que evaluar conocimiento teórico, buscan revisar la claridad de los conceptos acerca del daño causado por los barrenadores *Diatraea* spp., su muestreo y control en los cultivos de caña de azúcar. El diálogo grupal acerca de las respuestas correctas nos ayudará a conseguir un nivel básico de conocimientos sobre los barrenadores, lo cual facilitará el intercambio de experiencias durante las actividades capacitación.



Recurso digital

www.cenicana.org/pat

Instrucciones: cada pregunta tiene una respuesta única; marque con 'X' la opción que considere correcta. Registre los datos en la hoja de respuestas y espere las indicaciones del facilitador para continuar. Tiene 10 minutos para responder.

1. Una condición ideal para el muestreo de los barrenadores de la caña es:

- A. ☐ al momento de la siembra de la caña, en 30 trozos de tallos, seleccionados al azar en cualquier punto del lote
- B. ☐ al momento del corte de la caña, en 65 tallos en pie, seleccionados al azar en los bordes del lote
- C. ☐ durante la cosecha de la caña, en 120 trozos de tallos tomados del vagón de transporte, seleccionados al azar en todo el vagón
- D. ☐ durante la cosecha, en 100 tallos enteros, antes del corte con máquina o antes de alzar la caña del corte manual (en chorras), seleccionados al azar en todo el lote.

2. El daño causado por los barrenadores *Diatraea* spp. se puede describir como:

- A. ☐ los adultos se alimentan de las yemas del tallo durante el día
- B. ☐ las hembras ovipositan en las yaguas de las hojas superiores y secan el tallo
- C. ☐ las larvas emergen para alimentarse inicialmente de las yaguas y luego completan su desarrollo alimentándose del tejido interno del tallo
- D. ☐ las larvas pasan la mayor parte de su vida en las yaguas y sólo entran al tallo para convertirse en pupa.

3. Para estimar el nivel de daño de *Diatraea* spp. es necesario calcular:

- A. ☐ la infestación de tallos afectados: porcentaje de tallos afectados con respecto al total de tallos evaluados
- B. ☐ la infestación por *Diatraea*: total de entrenudos barrenados afectados por la plaga con respecto al total de entrenudos sanos
- C. ☐ la infestación: porcentaje de entrenudos infestados por el barrenador con respecto al total de tallos observados
- D. ☐ la intensidad de infestación: porcentaje de entrenudos con daño del barrenador con respecto al total de entrenudos observados.

4. El daño de *Diatraea* se diferencia del causado por otros barrenadores porque:

- A. ☐ en la corteza del tallo se observan orificios; dentro del tallo las galerías internas de barrenado pueden ir de un entrenudo a otro en línea recta, sin limitarse sólo al área de la yema; no se observa exceso de fibra asociada a la galería
- B. ☐ el tallo presenta orificios en la corteza y en su interior se observa la pudrición roja en las galerías de barrenado, que recorren más de un entrenudo, sin limitar el daño a la yema
- C. ☐ se encuentran galerías internas de barrenado que rara vez van de un entrenudo a otro y que pueden limitarse al área que rodea la yema; también se observa la pudrición roja en las galerías, sin mostrar exceso de fibra asociada a la galería
- D. ☐ se observan orificios en la corteza de la caña y pudrición roja en las galerías de barrenado; hay exceso de fibra asociada a la galería y el daño se extiende en línea recta de un entrenudo a otro.

5. Las especies de *Diatraea* que atacan la caña en el valle del río Cauca son:

- A. ☐ *D. saccharalis* y *D. tabernella*
- B. ☐ *D. saccharalis*, *D. busckella*, *D. indigenella* y *D. tabernella*
- C. ☐ *D. saccharalis*, *D. busckella* y *D. indigenella*
- D. ☐ *D. saccharalis*, *D. indigenella* y *D. tabernella*.

6. Una unidad porcentual de daño de *Diatraea* puede disminuir el tonelaje de caña por hectárea en:

- A. ☐ 0.25%
- B. ☐ 0.33%
- C. ☐ 0.83%
- D. ☐ 0.01%

7. La forma en que actúa el control biológico es la siguiente:

- A. ☐ las avispidas *Trichogramma exiguum* parasitan el estado de huevo de *Diatraea*, y las moscas taquínidas *Lydella minense* y *Billaea claripalpis* parasitan el estado de larva de la plaga
- B. ☐ las avispidas depredan los adultos de *Diatraea*, y las moscas taquínidas parasitan el estado de larva de la plaga
- C. ☐ las moscas taquínidas se alimentan de los huevos de la plaga y las avispidas parasitan los huevos que sobreviven el ataque de las moscas
- D. ☐ tanto las moscas taquínidas como las avispidas se alimentan del estado larval de *Diatraea*, pero sólo las moscas son capaces de parasitar las larvas.

8. Las recomendaciones para aplicar las medidas de control son:

- A. ☐ niveles bajos de la plaga (hasta 2.5% de daño) no ameritan liberaciones de enemigos naturales; para niveles más altos (por encima del 4% de daño) se recomienda al menos una liberación de moscas y otra de avispidas cerca de los cinco meses de edad de la caña; niveles de daño por encima del 15% indican que debe aplicarse un insecticida selectivo
- B. ☐ sólo con niveles muy altos de la plaga (por encima del 20% de daño) se recomiendan dos liberaciones de moscas (a los 3 meses y a los 5 meses de edad de la caña) y una de avispidas (cerca de los cinco meses de edad)
- C. ☐ con niveles bajos de la plaga (hasta el 2.5% de daño) se recomiendan dos liberaciones de moscas (a los 3 meses y a los 5 meses de edad de la caña) y una de avispidas (cerca de los cinco meses de edad); niveles más altos de la plaga ameritan la aplicación de un insecticida selectivo
- D. ☐ niveles bajos de la plaga (hasta el 2.5% de daño) ameritan una liberación de moscas cerca de los cinco meses de edad de la caña; para niveles más altos (por encima del 4% de daño) se recomiendan dos liberaciones de moscas (a los 3 meses y a los 5 meses de edad de la caña) y una de avispidas (hacia los cinco meses de edad de la caña)

Hoja de respuestas

Pregunta	Mi respuesta	Respuesta correcta
1		
2		
3		
4		

Pregunta	Mi respuesta	Respuesta correcta
5		
6		
7		
8		



Orientaciones para el facilitador

Espera a que todos los participantes terminen la Autoevaluación inicial de conocimientos y realice una **Dinámica de retroinformación** para poner en común las respuestas correctas.*

Presente los **Objetivos** y la **Estructura general de aprendizaje** antes de comenzar el desarrollo de la primera unidad sobre el muestreo de los barrenadores.

- ▶ El análisis participativo se convierte en una oportunidad para que el grupo se haga una idea acerca del nivel de profundidad que exige la capacitación y para colocar límites en las expectativas de formación.
- ▶ Se sugiere al facilitador que dedique siempre los minutos finales de cada ciclo de aprendizaje para conversar con los participantes sobre las actividades realizadas, comentando las vivencias, los resultados y las conclusiones en cada tema. Asegurando el diálogo y la discusión acerca de los conceptos comunes tendrá cada vez mejores elementos de juicio para diseñar las estrategias de formación que contribuyan a equiparar los conocimientos y las habilidades de los integrantes del grupo.

Conservar y multiplicar plantas que favorecen el establecimiento de los insectos benéficos son prácticas sostenibles en el manejo integrado de *Diatraea* spp.

* Respuestas correctas a la Autoevaluación inicial de conocimientos: 1=D; 2=C; 3=D; 4=A; 5=B; 6=C; 7=A; 8=D

Unidad 1

Muestreo de los barrenadores de la caña: *Diatraea* spp.



En el muestreo se retira la corteza del tallo para observar el tipo de daño y determinar cuántos entrenudos han sido barrenados por la plaga

Introducción

La disponibilidad de un método de muestreo confiable para determinar la población de una plaga o su nivel de daño es fundamental para implementar un manejo integrado. En el caso de los barrenadores de la caña *Diatraea* spp. el muestreo en el campo es una operación para estimar el grado de daño causado por la plaga según la proporción de entrenudos barrenados con respecto al total de entrenudos evaluados. Esta unidad contiene los elementos necesarios para reconocer los daños de los barrenadores, para planear la labor de muestreo y para realizar el muestreo sistemático con base en las recomendaciones de Cenicaña. Cabe anotar que con el mismo propósito se han explorado otras alternativas como el muestreo secuencial en el campo (Gómez y Moreno, 1987) y la evaluación del daño en los patios (García *et al.*, 2006), igualmente válidas para calcular el nivel de daño por *Diatraea*, pero no se tratarán aquí.

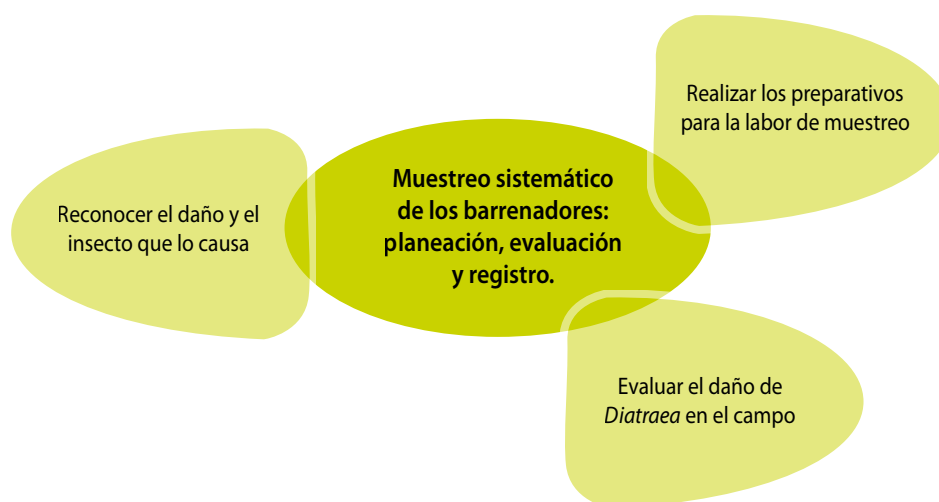
Objetivos

Al finalizar esta unidad los participantes estarán en capacidad de:

- Reconocer visualmente las herramientas y equipos de protección adecuados para la realización del muestreo.
- Discriminar el daño causado por *Diatraea* del causado por otros insectos que atacan los tallos de caña, de acuerdo con las características particulares de los tipos de daño y las características morfológicas del insecto.
- Realizar el muestreo en el campo de acuerdo con las recomendaciones de Cenicaña.

Estructura de aprendizaje

Muestreo de los barrenadores de la caña de azúcar



En la estructura de aprendizaje de la primera unidad se relacionan los componentes del muestreo sistemático propuesto por Cenicaña para el diagnóstico del daño causado por los barrenadores de la caña: *Diatraea* spp. Mediante una práctica de campo los participantes aprenden a reconocer las características del daño y de la plaga, y a diferenciar sus lesiones de las ocasionadas por otros barrenadores del tallo; con esta base de conocimiento practican el procedimiento de evaluación en una serie de tallos recolectados para el efecto y registran los datos en el formulario indicado, de forma que se pueda calcular posteriormente el nivel de daño de la plaga. Con base en lo aprendido están en capacidad de planificar un programa de muestreo de *Diatraea*, actividad que involucra la preparación de la información necesaria y la coordinación de los aspectos de logística para realizar la labor en el campo.



Orientaciones para el facilitador

Comience el desarrollo de la unidad de aprendizaje con la celebración de la **Práctica 1.1. Muestreo sistemático de los barrenadores: planeación, evaluación y registro.**

- Formule las **Preguntas iniciales** para introducir la práctica.
- Finalice en el salón, reforzando los conceptos aprendidos; modere una sesión de diálogo con los participantes.



Práctica de campo para el reconocimiento de *Diatraea*

Preguntas iniciales

Las siguientes preguntas pueden ser apropiadas para explorar los conocimientos iniciales de los participantes acerca del muestreo sistemático de los barrenadores de la caña:

1. ¿Cuál es el área máxima donde se puede realizar el muestreo sistemático para que los resultados obtenidos sean confiables?
2. ¿Cómo se hace el recorrido para seleccionar la muestra para la evaluación del daño de los barrenadores en el campo?
3. ¿Qué debo hacer si encuentro otros insectos distintos de *Diatraea* como causantes del daño?

Tipo de daño causado por *Diatraea* spp.: biología y ecología del insecto

El complejo de barrenadores de la caña de azúcar *Diatraea* spp., conformado por las especies *D. saccharalis*, *D. indigenella*, *D. tabernella* y *D. busckella*, incluye las plagas más importantes de este cultivo en el valle del río Cauca (**cuadro 1.1 y galería de imágenes 1.1**), donde las pérdidas por efecto del daño referido a *D. saccharalis* y *D. indigenella* se calculan en cerca de una tonelada de caña por hectárea por cada unidad porcentual de daño (Gómez *et al.*, 2009; Vargas *et al.*, 2013). La dominancia de estas dos especies en la agroindustria fue interrumpida entre 2012 y 2014, cuando se presentaron brotes en el norte y el centro del valle y donde se determinó que *D. tabernella* y *D. busckella* eran las causantes de daño, respectivamente.

De acuerdo con los registros disponibles al 2014 se puede afirmar que las especies de *Diatraea* están distribuidas en la agroindustria azucarera del valle del río Cauca, así:

- Parte norte del valle: coexisten *D. saccharalis*, *D. indigenella* y *D. tabernella*, con predominio de *D. tabernella* (hasta 2012 predominaba *D. saccharalis*)
- Centro: coexisten *D. saccharalis*, *D. indigenella* y *D. busckella*, con predominio de *D. busckella*.
- Sur: coexisten *D. saccharalis* y *D. indigenella*, con predominio de *D. indigenella*.

La distribución de estas especies puede ser variable y cambiar con el tiempo. Así, en el centro y en el sur del valle del río Cauca se ha verificado que *D. saccharalis* disminuye sus poblaciones a medida que se incrementa la edad de la caña, mientras que *D. indigenella* aumenta al finalizar el ciclo del cultivo (Gómez y Vargas, 2014).

El manejo integrado de la plaga adoptado en el valle del río Cauca, con base en el muestreo sistemático y el control biológico, es una práctica sostenible que ha mostrado ser efectiva en el control de *D. saccharalis* y *D. indigenella*. De igual modo, la experiencia reciente en el manejo local de *D. tabernella* y *D. busckella* confirma la importancia del muestreo y la liberación de benéficos; no obstante, también señala que es necesario conocer la biología y la ecología de estas especies en el valle del río Cauca, así como hallar otros agentes de control biológico para mantener la plaga en niveles que no causen daño económico. Los observadores atentos que practican el muestreo sistemático aprenden a reconocer las especies de *Diatraea* cuando logran diferenciar su daño del causado por otros barrenadores.

Cuadro 1.1

Clasificación taxonómica: *Diatraea* spp.

Filo	Arthropoda
Clase	Insecta
Orden	Lepidoptera
Familia	Crambidae
Género	<i>Diatraea</i>
Especie*	<i>Diatraea saccharalis</i> (Fabricius)
	<i>Diatraea indigenella</i> (Dyar y Heinrich)
	<i>Diatraea busckella</i> (Dyar y Heinrich)
	<i>Diatraea tabernella</i> (Dyar)

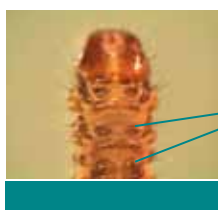
* Plaga de la caña de azúcar en el valle del río Cauca.

Galería de imágenes 1.1

Descripción de larvas del género *Diatraea* (Lepidoptera: Crambidae) encontradas en caña de azúcar en el valle del río Cauca, Colombia

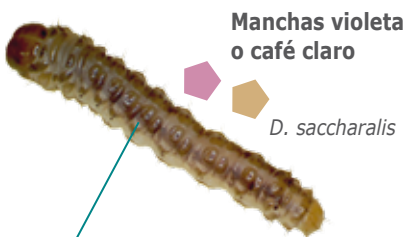
El cuerpo es blanco-cremoso con manchas café o violeta que definen la apariencia del dorso y las áreas laterales. Posee setas (pelos o cerdas) inclusive en la cabeza, la cual se diferencia por su color oscuro.*

D. saccharalis



Placas setales definidas

Franjas a lo largo del dorso



Manchas violeta o café claro

D. saccharalis

D. indigenella



Placas setales difusas



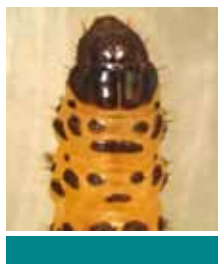
Manchas café oscuro

D. indigenella

D. saccharalis y *D. indigenella*

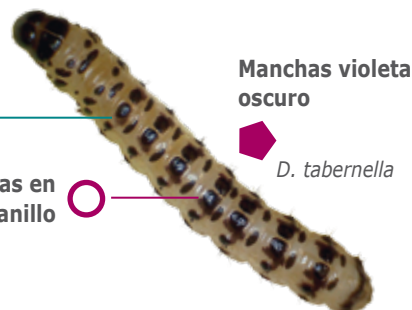
- Las larvas de *D. indigenella* son más grandes que las de *D. saccharalis*.
- Las placas setales (donde nacen las cerdas) están bien delimitadas en *D. saccharalis* y son difusas en *D. indigenella*.

D. tabernella



Franjas a lo ancho del dorso

Machas en forma de anillo



Manchas violeta oscuro

D. tabernella

D. tabernella y *D. busckella*

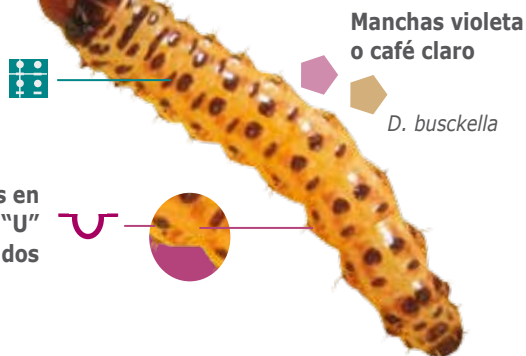
- Las larvas de estas especies son más grandes que las de *D. indigenella*.
- D. tabernella* muestra franjas transversales en el dorso, donde se observan manchas en forma de anillo.
- Las franjas en el dorso de *D. busckella* se aprecian en ambos sentidos.
- En las áreas laterales del cuerpo de *D. busckella* se observan manchas en forma de "U".

D. busckella



Franjas en ambos sentidos

Machas en forma de "U" en los costados



Manchas violeta o café claro

D. busckella

* El color de las larvas puede variar entre individuos de la misma especie.

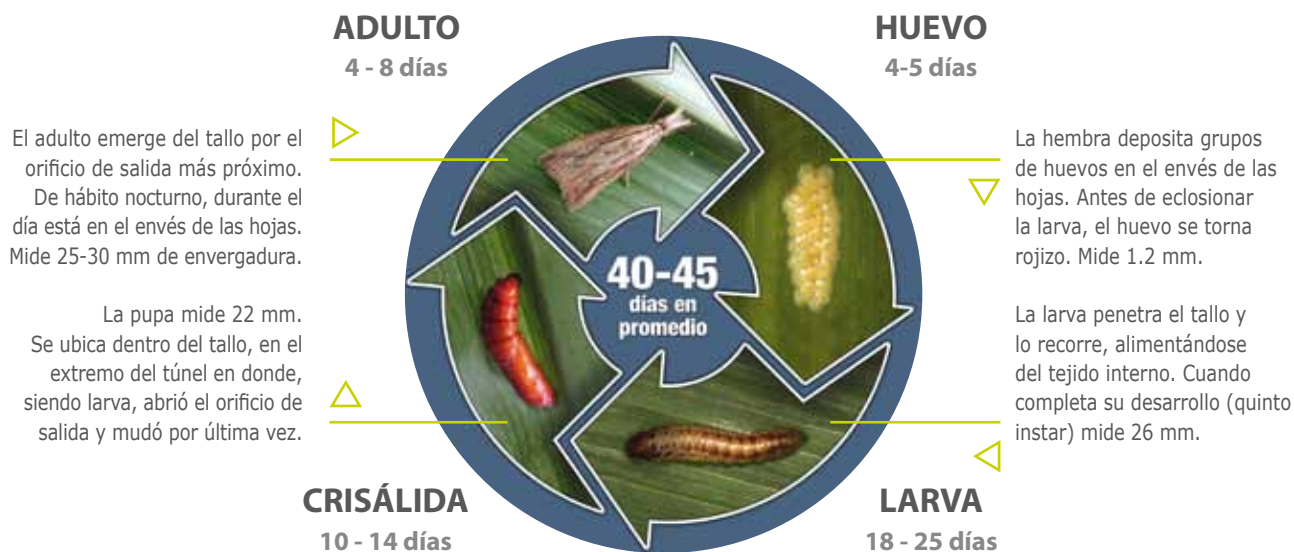
Hábitos y ciclo de vida

Para la descripción se toma como referencia el ciclo de vida de *D. saccharalis* (**galería de imágenes 1.2**) observado en ecosistemas de caña de azúcar en el valle del río Cauca (Bustillo, 2013). Esta especie es de origen tropical; se encuentra en América, desde el sur de Estados Unidos hasta Argentina, pasando por Centroamérica.

- Los adultos son polillas nocturnas y durante el día se encuentran en reposo en el envés de las hojas, donde las hembras depositan grupos de 5 a 50 huevos; una hembra puede llegar a depositar entre 250 y 500 huevos.
- Las larvas se alimentan en las yaguas de las hojas en sus dos primeros estados de desarrollo y posteriormente penetran y barrenan el tallo. Por lo general, las larvas entran por un solo punto, pero a veces pueden salir del tallo y penetrar a él por un nuevo sitio. Una larva puede realizar varios agujeros de entrada por caña y barrenar más de un entrenudo, pero dejará sólo un orificio de salida.
- Al completar su desarrollo la larva prepara su orificio de salida con hilos de seda y fibras de caña y muda por última vez para convertirse en pupa (crisálida) cerca al extremo del túnel, por donde la polilla emergerá fuera del tallo.

Galería de imágenes 1.2

Ciclo de vida de *Diatraea saccharalis*

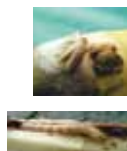


Diferenciación del daño por barrenadores

Una forma de identificar el agente barrenador es diferenciando las características del daño.

- El daño causado por *Diatraea* spp. se puede confundir con el causado por el barrenador menor *Blastobasis graminea* Adamski (Lepidoptera: Coleophoridae), que infesta los tallos de manera similar a las larvas de *Diatraea*. Sin embargo, debido a su menor tamaño las perforaciones de *B. graminea* son más pequeñas y sus galerías son usualmente curvas, a diferencia de *Diatraea* que tiende a hacerlas en línea recta y pasa fácilmente de un entrenudo a otro. Además, *B. graminea* (1) por lo general daña la yema y roe la corteza alrededor del nudo, aunque en algunas ocasiones se ha observado que pasa de un entrenudo a otro. Así mismo, cabe señalar que el daño de *B. graminea* usualmente se localiza en la zona del nudo y llega en la mayoría de los casos a perforar la yema (Cárdenas, 1984).

(1)



Es importante señalar que existen limitaciones para diferenciar los dos tipos de daño, puesto que a pesar de que *B. graminea* tiende a concentrar su daño alrededor de la yema y cerca del nudo, algunas veces se ha encontrado que daña los entrenudos. Después de varios años de evaluación se ha constatado que la incidencia de *B. graminea* varía, en promedio, entre 1.5% y 3% de los entrenudos barrenados, mientras que el daño por *Diatraea* ha alcanzado niveles de hasta 40% de los entrenudos barrenados (Gómez y Vargas, 2014).

- Cuando el ataque de *Diatraea* tiene lugar en cultivos jóvenes se presenta la muerte de la yema apical, que causa el síntoma denominado "corazón muerto", daño del cual las plantaciones generalmente se recuperan si la lesión no persiste por un tiempo mayor que un mes y si no afecta la mayoría de las cepas (Gómez y Lastra, 1995). El ataque en plantaciones más desarrolladas se caracteriza por la destrucción interna de los haces vasculares en el tallo, lo que afecta el movimiento de nutrientes y fotosintatos y reduce el potencial productivo de la planta. Además, los orificios de entrada permiten la colonización de hongos como *Colletotrichum falcatum*, que causa un síntoma denominado "muermo rojo" o "pudrición roja". Este daño también propicia la invasión de plagas secundarias atraídas por la fermentación de las partes afectadas, como son los picudos, *Rynchophorus palmarum* L. (2) y *Metamasius hemipterus* L. (3) (Coleoptera: Curculionidae) (Bustillo, 2013), cuyo daño también podría llegar a confundirse con el de *Diatraea*.

(2)



- El daño de los picudos ocurre usualmente en cultivos jóvenes (entre uno y cuatro meses de edad), lo cual produce también el síntoma de "corazón muerto", pero la galería de daño es prominente debido al mayor tamaño de las larvas del picudo en comparación con *Diatraea* y se caracteriza por la profusión de fibra, que no es usual en el daño por *Diatraea*.
- Adicionalmente, la lesión en cañas jóvenes puede ser causada por el barrenador de verano *Elasmopalpus lignosellus* Zeller (4) (Lepidoptera: Pyralidae), que igualmente ocasiona "corazones muertos", pero que se distingue del daño por *Diatraea* porque ocurre por lo común en condiciones de verano y/o en suelos arenosos. Además, la larva de *E. lignosellus* muestra un color púrpura diferente al blanquecino de las especies de *Diatraea*.

Diatraea



(3)



(4)



Algunas diferencias notorias del daño producido por estos insectos muestran en la **galería de imágenes 1.3.**

Galería de imágenes 1.3

Apariencia del daño causado por insectos barrenadores en la caña de azúcar

Aunque en el valle del río Cauca distintos insectos penetran la caña de azúcar para alimentarse del tallo, solo *Diatraea* spp. es considerada una plaga de importancia.

Daño en caña joven: semilleros y cultivos

- El principal síntoma de daño en algunos tallos de la cepa es el secamiento del cogollo. Esto se debe a la muerte de la yema apical del tallo afectado. La pérdida se compensa cultivando con prácticas que ayuden al desarrollo de los macollos y con resiembra.
- Las imágenes corresponden a algunos ejemplos de daño en plantas jóvenes. El registro fotográfico de casos es una práctica recomendada.



"Corazón muerto"

Secamiento del cogollo por muerte de la yema apical del tallo.

Barrenador de verano

Las larvas de *E. lignosellus* permanecen bajo la superficie del suelo, por donde entran al tallo sólo para alimentarse. Las larvas de *Diatraea* van hasta las axilas de las hojas, entran al tallo y permanecen en él hasta que emerge el adulto. ▽



Orificios de entrada, *E. lignosellus*



Pupario de *E. lignosellus* (seda y suelo)

Cucarrón de invierno

El adulto perfora la base de los tallos jóvenes sin mayor efecto; en caña >4 meses causa secamiento del tallo. ▽



Adulto cucarrón de invierno, *P. agenor*



Orificios de entrada, *Diatraea*



Larva de *Diatraea*



Larva del picudo negro, *R. palmarum*

Continúa...

Apariencia del daño causado por insectos barrenadores en la caña de azúcar

El daño producido por los barrenadores es silencioso y puede permanecer oculto a la mirada de los agricultores cuando no se practica el muestreo sistemático.

Daño en caña madura o en crecimiento:

- El principal efecto del daño producido por los barrenadores que permanecen dentro del tallo, como *Blastobasis graminea* y *Diatraea*, es el deterioro del tejido interno.
- Las lesiones favorecen la colonización de hongos, como *Coletotrichum falcatum*, y atraen a los picudos, que utilizan los orificios abiertos o abren unos nuevos para ingresar al tallo por alimento.



Muermo o pudrición roja

Enfermedad producida por el hongo *Coletotrichum falcatum*.

Barrenador menor

Las larvas de *B. graminea* perforan un solo orificio de entrada en el nudo y, por lo general, dañan la yema; eventualmente pueden barrenar un entrenudo.



Las larvas de *Diatraea* perforan hasta cuatro orificios de entrada; pueden barrenar varios entrenudos y sus galerías son en línea recta. Agrandan el túnel para empupar.



Daño localizado de *B. graminea* y pupa del insecto



Pupa de *Diatraea* y aspecto del daño en varios entrenudos



Picudo rayado

Los picudos usualmente causan daño en la semilla vegetativa, en los tocones dejados luego de la cosecha y en los tallos perforados por otros insectos, aunque en ocasiones abren sus propios orificios.

Las larvas de los picudos barrenan el tallo y dejan una gran cantidad de fibra en las galerías, muy superior a la que se encuentra en el caso de *Diatraea*.



Larva de *M. hemipterus*



Larva de *Diatraea*

Muestreo sistemático de *Diatraea* spp.

De acuerdo con la experiencia en el manejo de los barrenadores de la caña de azúcar en la agroindustria colombiana, Cenicaña recomienda hacer el muestreo de esta plaga al momento de la cosecha, cuando la variabilidad del daño es menor (Gómez y Vargas, 2014). Un total de 100 tallos enteros tomados al azar en todo el lote son suficientes para estimar el nivel de daño, es decir, la intensidad de infestación de la plaga, o lo que es igual, el porcentaje de entrenudos barrenados con respecto al total de entrenudos evaluados. Este tamaño de muestra proporciona un nivel de confianza del 90% (error de $\pm 1\%$) en la estimación (García *et al.*, 2006). El muestreo en la cosecha facilita el control de la plaga en el ciclo de cultivo siguiente y proporciona información para los análisis de producción y rentabilidad en el ciclo actual.

Preparativos para el muestreo

Criterios generales y aspectos de logística para programar la labor

1

Obtenga información actualizada acerca del campo de cultivo que será objeto de evaluación. Tenga en cuenta las condiciones para el muestreo.

- Revise la hoja de vida del cultivo en el lote. La muestra de 100 tallos enteros es representativa siempre y cuando se trate de la misma variedad de caña y se haya cultivado con prácticas similares; el tamaño del lote no afecta la representatividad de la muestra.
- Verifique si es un semillero o un campo comercial; averigüe cómo será la cosecha y señale en un plano el recorrido de muestreo tentativo.

2

Planee el muestreo de acuerdo con el programa de cosecha; contacte a las personas indicadas para acordar con ellas la logística de la labor.

- Comuníquese personalmente con el responsable de la cosecha a fin de obtener información confiable sobre la fecha y el sistema del corte y el alce.
- Mantenga la comunicación el día del muestreo para estar informado acerca de la ubicación y el avance de los frentes de corte y alce, a fin de llegar al campo indicado y en el momento oportuno.

3

Acuda a los colaboradores competentes en el reconocimiento de *Diatraea*. Verifique el estado de la indumentaria y las herramientas de trabajo.

- Asegúrese de contar con UN EVALUADOR, quien selecciona al azar un tallo en cada punto de muestreo y realiza la evaluación luego de retirar la corteza con un machete: usa guantes anticorte de puño largo, gafas de seguridad con antiempañante y canilleras con protección hasta el empeine. Y con UN AYUDANTE, quien registra los datos que le dicta el evaluador: necesita una tabla de soporte, lápiz y hojas con el formulario de registro del daño.
- Verifique el cumplimiento de los requisitos de seguridad de los trabajadores.

Muestreo de tallos y evaluación de entrenudos barrenados

Durante la cosecha de semilleros y cultivos comerciales

1 Distribuya 100 puntos de muestreo en todo el lote.

- Marque en un plano la ubicación de los 100 puntos de muestreo, enumérelos y señale la distancia entre ellos.

Utilice SIG
Sistemas de Información
Geográfica

2 Ordene el recorrido de muestreo de acuerdo con el tipo de cosecha. Asegúrese de llegar al campo en el momento oportuno.

CAÑA EN CHORRAS: CULTIVOS COMERCIALES

- Ingrese al campo cuando la caña se encuentre apilada en las chorras y justo antes del alce. Entre por un extremo del campo y realice el muestreo siguiendo la dirección de las chorras.

CAÑA EN PIE: SEMILLEROS Y CULTIVOS COMERCIALES

- Semilleros: ingrese al campo siguiendo los frentes de cosecha y haga el muestreo justo antes de que los tallos sean cortados en trozos.
- Cosecha mecanizada: ingrese al campo siguiendo las brechas que van haciendo las máquinas y realice el muestreo de la caña que se encuentra en pie en los surcos despejados por las cosechadoras.

3 En cada punto de muestreo seleccione al azar un tallo entero y realice la evaluación para determinar el porcentaje de daño.

- Tenga en cuenta las recomendaciones siguientes y utilice un formulario único para el registro de los datos.

Muestreo de tallos



Caña apilada en chorra.



Caña en pie (cosecha de semillero)

Cenicaña recomienda hacer el muestreo durante la cosecha manual, cuando la caña se encuentra apilada en chorras y justo antes del alce.

En campos comerciales donde la caña se coseche con máquinas y en semilleros el muestreo se debe realizar cuando la caña está todavía en pie. En todos los casos la evaluación se realiza en tallos enteros.

Evaluación de entrenudos barrenados

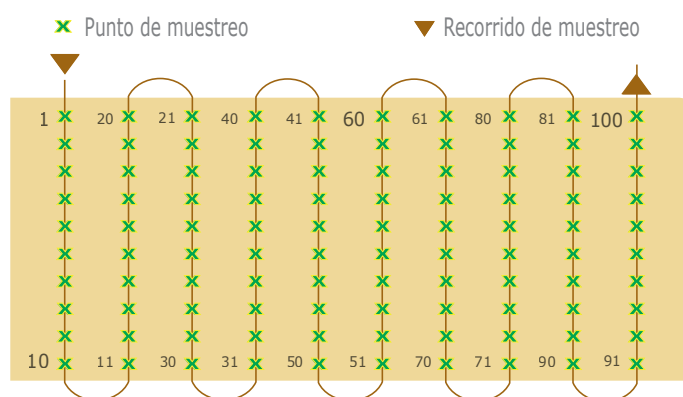
- 1 En cada punto de muestreo tome al azar un tallo entero que sea representativo del sitio.
- 2 Cuente los entrenudos del tallo y registre el número total en el formulario.
- 3 Retire la corteza en dos lados opuestos del tallo para observar si hay daño, haciendo cortes longitudinales.
- 4 Cuente los entrenudos barrenados por *Diatraea* y el total en el formulario.

Realice la evaluación en los 100 puntos de muestreo y siempre en tallos enteros.



Identifique nudos y entrenudos.

Distribución de puntos de muestreo



La muestra debe ser aleatoria, representativa y tomada de forma sistemática en todo el lote, es decir, que todos los tallos tengan la misma oportunidad de ser seleccionados entre los 100 a evaluar.

Retire la corteza y observe el tallo por las dos caras descubiertas para identificar los entrenudos barrenados por *Diatraea*.



Práctica 1.1. Muestreo sistemático de los barrenadores: cómo identificar la plaga y evaluar el daño

Orientaciones para el facilitador

A continuación se presentan las orientaciones para desarrollar esta práctica de campo, en la cual se incluyen dos actividades: la primera de reconocimiento y descripción del daño causado por los barrenadores de la caña y la segunda de evaluación de los entrenudos barrenados por *Diatraea* spp. Los objetivos de aprendizaje y la secuencia de las actividades se presentan en las instrucciones para los participantes que le siguen a estas orientaciones. El facilitador puede realizar la práctica tal y como se propone a continuación o puede ajustarla de acuerdo con su criterio. El tiempo previsto para la práctica son 90 minutos.

Sugerencias para organizar la práctica

1. **Confirmar el número de asistentes.** Esta información es importante para conseguir los materiales requeridos durante las actividades; se sugiere que los participantes trabajen en grupos de cuatro a cinco integrantes.
2. **Conseguir tallos con daños de tres tipos de barrenadores, incluido *Diatraea*.** En el caso de no disponer del daño real, preparar carteleras ilustrativas e instalarlas en el sitio de la práctica. En particular, para cada actividad se requieren los siguientes materiales:

ACTIVIDAD 1. Reconocer el daño y el insecto que lo causa.

- Se usarán tallos con daño (o en su defecto, fotos del daño) etiquetados con los números 1, 2 y 3 para cada tipo de daño y, en lo posible, larvas de cada insecto causal (o fotos) etiquetados con las letras A, B y C.

ACTIVIDAD 2. Evaluar el daño de *Diatraea* mediante el muestreo sistemático.

- La propuesta es que cada integrante de cada grupo de trabajo pueda realizar todos los pasos de la evaluación en un tallo como mínimo. Así, de acuerdo con el número de asistentes es necesario conseguir la cantidad de tallos, los cuales deben provenir idealmente de un lote con niveles intermedios a altos de infestación por *Diatraea*.
 - Cada grupo de trabajo debe contar con las herramientas y los elementos de protección adecuados para la realizar la evaluación.
3. **Consultar información técnica** para dirigir la práctica con seguridad y para responder las inquietudes de los participantes. Conseguir nuevas fotografías que ilustren el daño de los barrenadores puede ser provechoso para el aprendizaje.



RECURSOS NECESARIOS

Para el facilitador:

- ☐ Tableros, carteles y avisos necesarios para el desarrollo de las actividades.

Para cada participante:

- ☐ Resumen técnico (unidad 1)
- ☐ Instrucciones para los participantes
- ☐ Formularios para el registro de datos
- ☐ Hojas de papel en blanco y lápiz.

Para cada grupo:

Actividad 1.

- ☐ Tallos con daño de tres barrenadores (o fotos ilustrativas): *Diatraea* spp., *Blastobasis graminea* y picudos de la semilla (*Metamasius hemipterus* o *Rynchophorus palmarum*). Cada tallo (o foto) se marca con un rótulo: 1, 2 y 3.

- ☐ Un juego de tres fotos ilustrativas de los insectos anteriores; cada foto se marca con un rótulo: A, B y C.
- ☐ Tres tallos con daño causado por los mismos insectos.
- ☐ En lo posible, tres larvas, una de cada insecto.

Actividad 2.

- ☐ Un juego de herramientas y equipo de protección personal; incluye un machete, un par de guantes anticorte de puño largo, gafas de seguridad con antiempañante y una canillera con protección hasta el empeine.
- ☐ Un tallo por cada integrante; los tallos deben ser colectados en un lote con niveles intermedios a altos de infestación por *Diatraea*.

Orientaciones para la dinámica de retroinformación

Una vez cumplidas las actividades previstas en la práctica regrese al salón para la dinámica de retroinformación.

- Tenga presente que es posible confundir las características del daño por diferentes agentes (ej.: daño de una larva pequeña de *Diatraea* y el daño por *Blastobasis*). Tanto si esto se da dentro de la práctica como si no se da es necesario resaltarlos e indicar la forma debida de identificar los distintos tipos de daño.
- Uno de los problemas que enfrentan los evaluadores en el campo es su poca capacidad para discriminar visualmente los diferentes tipos de daño; es una habilidad que se va afinando con el tiempo. Por ello es importante brindar en la capacitación la oportunidad de practicar esa discriminación con las fotos de los daños, en casos en que se presenten signos y síntomas similares.
- Enfatique que los datos de la evaluación del daño (muestreo sistemático) se utilizan para el cálculo de la intensidad de infestación, una operación relativamente sencilla que se presentará en la siguiente unidad de aprendizaje.

Práctica de campo

Instrucciones para los participantes

Muestreo sistemático de los barrenadores: cómo identificar la plaga y evaluar el daño



Recurso digital

www.cenicana.org/pat

Objetivos

Al finalizar la práctica de campo los participantes estarán en capacidad de:

- Reconocer el daño causado por *Diatraea*, separarlo del causado por otros barrenadores y distinguir al insecto de acuerdo con sus características.
- Realizar el muestreo sistemático de *Diatraea* de acuerdo con las recomendaciones de Cenicaña y evaluar el nivel de daño o porcentaje de entrenudos barrenados por la plaga.

Actividades

Los participantes trabajan en grupos de cuatro a cinco personas en dos actividades:

1. Reconocer el daño y el insecto que lo causa (30 minutos).
2. Evaluar el daño de *Diatraea* mediante el muestreo sistemático (60 minutos).

Documentos adjuntos

-  Resumen técnico (unidad 1): “Muestreo de los barrenadores de la caña: *Diatraea* spp.”
-  Instrucciones para las actividades y formularios para el registro de datos.

Recomendaciones especiales

- Durante la evaluación del daño causado por *Diatraea* se utiliza un machete para retirar la corteza de la caña de azúcar; por lo tanto, es obligatorio el uso de guantes anticorte de puño largo, gafas de seguridad con antiempeñante y canilleras con protección hasta el empeine.
- Al finalizar las actividades de campo es necesario que cada participante revise su calzado, indumentaria y elementos personales para asegurarse de que no lleva consigo individuos de la plaga.

Actividad 1. Reconocer el daño y el insecto que lo causa

La actividad consiste en observar una serie de tallos con síntomas de daño por barrenadores y algunas larvas de los insectos causales (o en su defecto fotos), para luego relacionar el tipo de daño con el agente causal y describir con propiedad sus características. El facilitador entrega los materiales necesarios y orienta a los participantes en el proceso; cada grupo registra sus conclusiones en la hoja de respuestas.

- 1** **Describa el tipo de daño que observa en los tallos 1, 2 y 3.**
 - Los tallos muestran distintos aspectos del daño encontrado en la caña de azúcar debido a la acción de insectos que entran al tallo para alimentarse y forman túneles o galerías en él.
- 2** **Asocie cada tipo de daño con uno de las fotos o los insectos marcados con las letras A, B y C. Escriba el nombre de cada insecto y sus características.**
 - Escriba la letra correspondiente y el nombre común o científico del insecto.
- 3** **Describa las observaciones acerca del daño y del insecto, que lo hacen optar por uno u otro agente causante.**
 - Observe las larvas y los tallos suministrados por el facilitador y describa las diferencias más destacadas entre ellos.

Hoja de respuestas

Describa las características del daño observado en los tallos 1, 2 y 3.	tallo 1	tallo 2	tallo 3
Indique el insecto (A, B, C) que causa el daño, su nombre y características.	insecto =	insecto =	insecto =
Escriba las diferencias observadas entre insectos y entre daños.			

Actividad 2. Evaluar el daño de *Diatraea* mediante el muestreo sistemático

Cenicafía recomienda el muestreo sistemático de los cultivos de caña para evaluar el daño causado por *Diatraea* y estimar así el porcentaje de entrenudos barrenados por la plaga; para ello se observan 100 tallos tomados al azar en todo el lote, se cuentan sus entrenudos totales y los entrenudos con daño. En esta actividad aprenderemos la forma de realizar la evaluación de los tallos, para lo cual el facilitador hará una demostración de la labor y entregará a cada grupo las herramientas y los materiales requeridos para que todos los participantes practiquen la evaluación.

1 Observe atentamente la demostración sobre la forma de preparar los tallos para la evaluación.

- Atienda las recomendaciones del facilitador, prestando especial cuidado en lo referente al uso del machete y los elementos de protección personal.

2 Acuerde con sus compañeros de grupo los pasos que seguirán para realizar la práctica.

- La propuesta es que cada integrante tenga la oportunidad de preparar al menos un tallo para ser observado y que todo el grupo participe en el conteo de los entrenudos totales y los entrenudos barrenados.

3 Registre las observaciones en la hoja de respuestas a medida que avanza en la evaluación.

- Es posible que entre los tallos evaluados se encuentren algunos con daño por *Diatraea* y otros atacados por el barrenador menor *Blastobasis graminea*. Registre los datos según el insecto y exprese sus comentarios en los casos en los que hubo dificultad para distinguir el daño.
- Conserve la hoja de respuestas para utilizar los datos en ejercicios posteriores.

Hoja de respuestas

Evaluación del daño por barrenadores. Formulario de registro.

TALLO	Entrenudos totales del tallo (#)	Entrenudos barrenados por <i>Diatraea</i> (#)	Entrenudos barrenados por <i>B. graminea</i> (#)	Observaciones
1				
2				
3				
4				
5				
TOTAL*				

* Sume los datos de cada columna. En la práctica real del muestreo sistemático se evalúan 100 tallos tomados al azar en todo el lote objeto de diagnóstico.



Galerías producidas por el barrenador, *Diatraea* sp.



Orificios en tallos para semilla abiertos por *D. busckella*.

Unidad 2

Estimación del nivel de daño causado por *Diatraea* spp.



La estimación se realiza con base en los datos colectados mediante el muestreo sistemático de la plaga en el campo

Introducción

Estimar la intensidad de infestación es un procedimiento matemático sencillo, y de su correcta determinación e interpretación dependen las acciones que se siguen en el manejo de la plaga. Para tener confianza en la estimación del daño en un campo de cultivo, Cenicaña recomienda realizar el muestreo del daño causado por *Diatraea*, en el cual se examinan 100 tallos tomados al azar en todo el lote con el fin de contabilizar los entrenudos totales y los entrenudos barrenados. La intensidad de infestación se refiere así al porcentaje de entrenudos con daño que se halló en el campo de cultivo. En la agroindustria azucarera del valle del río Cauca hay consenso sobre las ventajas de realizar la labor de muestreo sistemático al momento de la cosecha, cuando la caña se encuentra apilada en chorras, lo que hace de ésta una práctica generalizada para estimar el nivel de daño causado por *Diatraea* spp.

Objetivo

Al finalizar el ejercicio propuesto en esta unidad de aprendizaje los participantes estarán en capacidad de estimar el nivel de intensidad de infestación de *Diatraea* spp. en un cultivo de caña de azúcar donde se ha realizado el muestreo sistemático de la plaga y de acuerdo con la siguiente función:

$$\text{Intensidad de infestación (\%)} = (\text{entrenudos barrenados} / \text{entrenudos totales}) * 100$$

Estructura de aprendizaje

Nivel de daño por *Diatraea*

Estimar el porcentaje de intensidad de infestación de la plaga en el campo

Esta unidad es un puente entre la primera unidad y las demás, en el sentido que utiliza información obtenida del muestreo sistemático de *Diatraea* para estimar el nivel de daño ocasionado en el cultivo, y luego, esta información es materia prima para la programación de la labor de control y para el análisis económico de la implementación del control biológico.

Preguntas iniciales

1. ¿Qué pasaría si el número de entrenudos afectados fuese casi igual o ligeramente superior que el total de entrenudos del tallo? ¿Cómo explicaría este rango?
2. ¿Tendría algún problema comparar la intensidad de infestación de un cultivo de seis meses o menos con la de un cultivo evaluado al momento de la cosecha?
3. En un lote, ¿el daño por el barrenador menor *B. graminea* podría ser superior al 10% de entrenudos barrenados? Explique su respuesta.



Nivel de daño o intensidad de infestación

El porcentaje de entrenudos barrenados ha sido la medida más utilizada para expresar el daño que causa *Diatraea* spp. y es conocido como "intensidad de infestación":

$$\text{I.I. (\%)} = (\text{entrenudos barrenados} / \text{entrenudos totales}) * 100$$

Dicho valor es el único índice de daño correlacionado con las pérdidas ocasionadas por la plaga, tanto en tonelaje de caña como en sacarosa (Metcalf, 1969; Gómez *et al.*, 2009). Además, estudios de resistencia de las variedades de caña de azúcar al ataque de los barrenadores han encontrado que este índice de daño es el mejor para establecer las pérdidas por la plaga (Milligan *et al.*, 2003).

Un factor importante que debe ser considerado en la estimación del nivel de daño usando el cálculo de la intensidad de infestación es la edad del cultivo al momento de la evaluación. La toma de una muestra en un cultivo con unos seis meses de edad arrojaría un valor de daño no comparable con lo observado al momento de la cosecha, alrededor de seis a siete meses después. La diferencia estaría determinada por el número de entrenudos totales que el cultivo puede presentar hacia los seis meses de edad, que podría ser entre 10 y 12 entrenudos, en comparación con el total de entrenudos formados al momento de la cosecha, que podría estar entre 23 y 25 entrenudos.

Como ejemplo de lo anterior se puede plantear la siguiente situación: al evaluar un campo a los seis meses de edad se encontró un tallo con 10 entrenudos, de los cuales sólo uno presentaba infestación por *Diatraea*. La intensidad de infestación para este tallo es, entonces, del 10%. Sin embargo, al volver al mismo campo siete meses después se tomó otro tallo con un entrenudo barrenado de un total de 23 entrenudos, lo que indica una intensidad de infestación del 4.3%. Los cambios en el número de entrenudos a medida que el cultivo avanza en edad impiden comparar evaluaciones hechas a una edad temprana y aquellas realizadas en la cosecha.

Cabe recordar las dificultades que se pueden presentar para diferenciar el daño ocasionado por *Diatraea* spp. del producido por el barrenador menor *Blastobasis graminea*. De acuerdo con los hábitos y el tamaño de la plaga, es de esperar que los daños de mayor intensidad sean atribuibles a *Diatraea*; sin embargo, existe un rango de daños pequeños a medianos en el cual es difícil determinar cuál es el agente causante. De acuerdo con la experiencia en el muestreo sistemático, se ha encontrado que los niveles de intensidad de infestación por *B. graminea* tienden a ser inferiores al 4% de entrenudos barrenados en el campo; entonces, se sugiere que niveles más altos de ataque por *B. graminea* se examinen con el objeto de descartar cualquier caso de confusión de la identidad de la plaga y una posible subestimación del daño por *Diatraea* en el campo. Para evitar lo anterior se considera prudente realizar la evaluación de *B. graminea* a la par con la de *Diatraea*, pues, a pesar de que actualmente no existe evidencia de la importancia económica del ataque de *B. graminea*, es importante mantener un seguimiento oportuno de este barrenador con el objetivo de monitorear sus poblaciones.

Así, la evaluación apropiada del lote y estimación correcta del porcentaje de entrenudos barrenados ofrecen una información de calidad para realizar un control oportuno de *Diatraea* spp.

Ejercicio 2.1. Calcular la intensidad de infestación de *Diatraea* spp. en cultivos de caña de azúcar



Orientaciones para el facilitador



Recurso digital

www.cenicana.org/pat

Para el cálculo se requieren los datos obtenidos durante la evaluación de tallos que practicaron los participantes (cuando aprendieron a realizar el muestreo sistemático) y que fueron consignados en el formulario de registro correspondiente. Aquí se incluye el mismo formulario, aunque con dos columnas adicionales. Los participantes en la capacitación deben completar el formulario utilizando los datos obtenidos en su grupo de trabajo (práctica de muestreo sistemático); el ejercicio será individual (hasta 10 minutos).

Sugerencias para realizar el ejercicio

- 1. Antes de comenzar el trabajo individual.** Presente los pormenores acerca de la estimación del nivel de daño por barrenadores de la caña explicando el concepto "intensidad de infestación".
 - Incluya un ejemplo ilustrativo para mostrar el principio matemático según el cual el porcentaje de entrenudos barrenados es una fracción del número total de entrenudos barrenados sobre el total de entrenudos contabilizados en los tallos de la muestra. Aclare que la estimación no se hace tallo por tallo, sino con las sumatorias obtenidas de cada una de las columnas del formulario de evaluación.
- 2. Subráyeles a los participantes la importancia de llevar un registro histórico de los niveles de la plaga en los lotes evaluados.** Esto permite monitorear el problema, programar las actividades de control y verificar la eficiencia del control biológico.
 - El formulario de registro de la evaluación debe incluir, al menos, la siguiente información: fecha de evaluación, identificación del lote o suerte y de la hacienda, variedad de caña, edad del cultivo, número de tallos evaluados, número de entrenudos barrenados por tallo y número de entrenudos totales por tallo.

Orientaciones para la dinámica de retroinformación

- Es recomendable que parte de la sesión de retroinformación sea dedicada a verificar los cálculos del porcentaje de entrenudos barrenados.
- Este índice de intensidad de infestación será utilizado posteriormente en el análisis económico de las pérdidas de producción causadas por *Diatraea* y en el análisis del control biológico como método de manejo de la plaga en caña de azúcar.

Ejercicio

Instrucciones para los participantes

Calcular la intensidad de infestación de *Diatrea* spp. en cultivos de caña de azúcar



Recurso digital

www.cenicana.org/pat

Objetivo

Los participantes estarán en capacidad de calcular el nivel de daño ocasionado por *Diatraea* en la caña de azúcar mediante la estimación del porcentaje de entrenudos barrenados en un campo de cultivo y utilizando los datos obtenidos en el muestreo sistemático de la plaga.

- 1 Complete la hoja de respuestas utilizando los datos obtenidos en las actividades de muestreo sistemático.
- 2 Estime la intensidad de infestación (I.I.) con la siguiente fórmula:

$$\text{I.I. (\%)} = (\text{entrenudos barrenados} / \text{entrenudos totales}) * 100$$

Hoja de respuestas

Evaluación del daño por barrenadores. Formulario de registro.

Información básica					
Ingenio:		Fecha de siembra o corte anterior:			
Hacienda:		Fecha de cosecha actual:			
Suerte o lote:		- Corte (#) y edad (meses):	#	meses	
Área (ha):		- Sistema de cosecha:			
Variedad:		- Caña verde o quemada:			
Semillero:		Plano disponible en SIG (código):			
Lote comercial:		Responsable de la cosecha:			
Resultados de la evaluación (muestreo sistemático)					
Fecha de muestreo:		Evaluador:		Ayudante:	
TALLO	Entrenudos totales (#)	Entrenudos barrenados por <i>Diatraea</i> (#)	Entrenudos barrenados por <i>B. graminea</i> (#)	Intensidad de infestación (%)	
				<i>Diatraea</i>	<i>B. graminea</i>
TOTAL *					

* Registre los valores totales obtenidos en la evaluación de tallos realizada en grupo (práctica de campo sobre muestreo sistemático). Con base en estos datos haga el cálculo del porcentaje de intensidad de infestación.



Unidad 3

Métodos de control de los barrenadores de la caña: *Diatraea* spp.



La avispa *Trichogramma exiguum* parasita entre el 80% y el 95% de los huevos de *Diatraea* cuando es liberada periódicamente

Introducción

En el valle del río Cauca el control de *Diatraea* spp. es exclusivamente biológico y específicamente mediante la liberación de insectos parasitoides de huevos y larvas. Empero, en la actualidad el uso de insecticidas es una práctica frecuente en otras regiones que comparten el problema de los barrenadores del tallo (White *et al.*, 2008).

Los niveles de daño promedio de la agroindustria azucarera colombiana se han mantenido por debajo del 5% de entrenudos barrenados desde comienzos de la década de 1970, cuando los ingenios adoptaron la quema controlada de la caña durante la cosecha y optaron por el uso de las moscas taquínidas, *Lydella minense* y *Billaea claripalpis*, como agentes parasitoides de larvas de las especies de *Diatraea* presentes en la región.

La quema controlada antes del corte de la caña es una práctica que afecta notoriamente las poblaciones de los barrenadores (Metcalf, 1969) y muy probablemente está asociada al descenso del nivel de daño observado en el valle del río Cauca a inicios de aquellos años setenta. Sin embargo, se presume que el mantenimiento de los niveles de daño por debajo del 5% obedece principalmente al control biológico de la plaga en toda el área vinculada con la agroindustria.



Las moscas taquínidas parasitan las larvas de *Diatraea*

En la región azucarera se cuenta, así mismo, con niveles importantes de parasitismo natural brindado por la mosca taquínida nativa *Genea jaynesi*, que hasta hoy no ha sido posible criar masivamente, pero que puede ser considerada como la más abundante y de mayor impacto sobre la plaga, especialmente en las zonas centro y sur del valle del río Cauca (Trejos y Londoño, 1985; Obando, 2007; Vargas *et al.*, 2006). Además, es posible utilizar el parasitoide de huevos *Trichogramma exiguum*, cuyos niveles de parasitismo pueden oscilar entre 80% y 95% en campos donde es liberado con periodicidad (Vargas, información sin publicar).

Este grupo de enemigos naturales conforma la base del manejo de *Diatraea* spp. en el valle del río Cauca, y un buen entendimiento de su biología y ecología es pieza clave en el mantenimiento y mejora de su actividad reguladora en los campos.

Objetivos

Se espera que los participantes en la capacitación desarrollen las siguientes competencias en el manejo de *Diatraea*:

- Identificar los enemigos naturales usados para el control de *Diatraea*, con base en sus características morfológicas.
- Explicar las medidas de control para el manejo de *Diatraea* que ofrecen los diferentes laboratorios comerciales.
- Aplicar las medidas de control en el campo de acuerdo con el nivel de daño observado.
- Planificar la aplicación de las medidas de control de tal forma que cubra las diferentes áreas del lote, y de acuerdo con las recomendaciones de Cenicaña.
- Describir los parámetros de control de calidad de los enemigos naturales regulados por el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), en el caso de las avispidas *Trichogramma exiguum*; y los parámetros recomendados por Cenicaña, en el caso de las moscas taquínidas.
- Evaluar la efectividad de los enemigos naturales liberados en el campo en el control de la plaga.

Estructura de aprendizaje

Métodos de control de los barrenadores de la caña: *Diatraea* spp.



La estructura de aprendizaje muestra los componentes fundamentales del control utilizado en el combate de *Diatraea* spp. en el valle del río Cauca:

- En primer lugar se trata de conocer la biología y ecología de los enemigos naturales de la plaga, insectos benéficos que son parasitoides de huevos y larvas del barrenador. Al respecto se incluye una revisión de literatura técnica que sirve de referencia para el reconocimiento de los controladores específicos, en los que se incluyen especies criadas en laboratorio y una que se encuentra naturalmente en el campo. El reconocimiento de los enemigos naturales de la plaga es el primer paso en la implementación de este tipo de alternativas de manejo.
- El segundo componente del aprendizaje está dedicado a las recomendaciones para la liberación de los parasitoides y las dosis indicadas de acuerdo con el nivel de infestación de la plaga en el campo.
- El tercero y último componente hace referencia a la verificación de la eficacia de los agentes de control sobre las poblaciones de *Diatraea* spp. Se dan recomendaciones para verificar la calidad de los individuos liberados, como los parámetros de calidad exigidos por el ICA y los recomendados por Cenicaña para la producción y venta de los parasitoides. Finalmente se incluyen los parámetros que definen la calidad y la productividad en la mayoría de laboratorios que prestan el servicio de cría y liberación de insectos benéficos en las zonas azucareras del valle del río Cauca.

Los participantes en la capacitación tendrán la oportunidad de reforzar sus capacidades para realizar la labor de control con base en los tres componentes descritos, a través de un ejercicio (reconocimiento de los enemigos naturales y guía para su liberación) y una práctica de campo (liberación de enemigos naturales y evaluación del parasitismo).

Preguntas iniciales

1. ¿Sabe cuáles son los enemigos naturales utilizados en el control de *Diatraea* spp.? ¿Puede mencionar algunos de ellos?
2. De acuerdo con la biología y ecología de los insectos utilizados en el control de *Diatraea* spp., ¿qué estados específicos de la plaga se ven afectados por la liberación de los enemigos naturales?
3. De acuerdo con un nivel bajo de la plaga (menos de 2% de entrenudos barrenados), ¿cuál sería la recomendación de liberación de enemigos naturales?
4. ¿Cuál sería la recomendación en caso de niveles más altos, por ejemplo, más del 2% de entrenudos barrenados?

Antecedentes del control biológico de *Diatraea* spp. en la agroindustria azucarera del valle del río Cauca

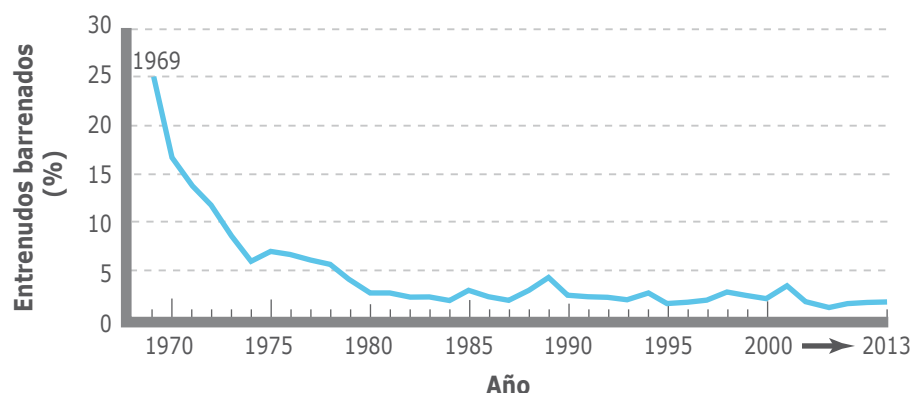
Entre 1960 y 1982 se hizo un gran esfuerzo en la exploración y búsqueda de enemigos naturales para importarlos, principalmente por parte de los ingenios Riopaila y Manuelita. Se tiene registro de al menos once introducciones entre avispitas y moscas parasitoides de huevos, larvas y pupas de la plaga (Gaviria, 1998). Sin embargo, de las especies importadas sólo dos moscas taquínidas parasitoides de larvas, *L. minense* y *B. claripalpis*, se han establecido con éxito en los ecosistemas de la caña de azúcar en el valle río del Cauca. Indicio de ello es la disminución del nivel de daño promedio desde la década de 1970 (figura 3.1).

En el caso de *L. minense*, a pesar de que se conocía que esta especie estaba asociada a *Diatraea* en diferentes sitios del continente como Brasil y Venezuela, en Colombia no se había establecido; por tanto, su introducción al país constituyó lo que en control biológico se conoce como una nueva asociación.

Por otro lado, ya se tenía registro de una raza de *B. claripalpis* en el país, pero su ciclo de vida era muy largo, lo que la hacía poco eficiente como regulador de la plaga. Esto fue superado por la importación de la raza peruana de *B. claripalpis*, cuyo ciclo de vida era más corto que el de la raza colombiana, y que al cruzarse con esta dio como resultado una reducción ostensible del ciclo de vida de la colombiana y un incremento de su eficiencia como regulador biológico.

Figura 3.1

Porcentaje de entrenudos barrenados por *Diatraea* spp. en caña de azúcar.
Promedios de la agroindustria azucarera colombiana (1969-2013)



Biología y ecología de los enemigos naturales

Moscas taquínidas: parasitoides de larvas de *Diatraea*

Lydella (= *Metagonistylum*) *minense* Townsend, *Billaea* (= *Paratheresia*) *claripalpis* van der Wulp y *Genea* (= *Jaynesleskia*) *jaynesi* Aldrich pertenecen a la familia Tachinidae, que comprende un grupo conformado en su totalidad por especies parasitoides de otros insectos, particularmente algunos de importancia económica, lo que las hace muy valiosas para combatir las plagas y especialmente en el control biológico de barrenadores del tallo de la caña de azúcar (Bennett, 1969; Johnson y Triplehorn, 2005; Stireman *et al.*, 2006).

A pesar de que estos taquínidos pueden ser fácilmente confundidos con moscas domésticas, una forma rápida de reconocer la familia Tachinidae es principalmente por el abultamiento prominente del subescutelo. En el estado adulto las tres especies de moscas taquínidas son semejantes en tamaño; *L. minense* se puede distinguir por la coloración negra del cuerpo y sus antenas más largas que las de *B. claripalpis* y *G. jaynesi*. Por su parte, *B. claripalpis* presenta en el tórax rayas negras y grises alternadas que lo recorren longitudinalmente, y *G. jaynesi* tiene una coloración pardo-amarillosa en gran parte del tórax y el abdomen.

De acuerdo con Bennett (1969), la biología de estos tres parasitoides de los barrenadores de la caña tiene características comunes:

- Pocas horas después de la emergencia de los adultos adquieren la madurez reproductiva, y ante el estímulo de la cópula los huevos descienden de los ovarios al útero, donde son fertilizados y retenidos hasta la eclosión, que ocurre alrededor de 7 a 12 días después.
- Se considera que estas tres especies son ovolarvíparas, es decir, los huevos eclosionan en el interior de la madre y de esta forma las hembras larvipositan en las entradas de los huecos dejados por los barrenadores, con lo cual la larva de la mosca (cresa) penetra y ubica a su hospedante a lo largo de los túneles. Una vez localizado su hospedante, la cresa penetra su cutícula utilizando un diente cortante.
- Las crasas de *Lydella* y *Billaea* se introducen en el cuerpo del hospedante y por su parte posterior se pegan de un conducto respiratorio o de una de sus ramificaciones. A su vez, *Genea* se mantiene adherida al sitio de penetración y se ubica en la hipodermis del hospedante, que reacciona produciendo una estructura de embudo, donde permanece el parasitoide.
- El período larval de la mosca suele tomar de 7 a 10 días, tiempo durante el cual por lo común muere el hospedante y los parasitoides empupan en el túnel creado por el barrenador. El estado de pupa dura de 9 a 12 días.

En la **galería de imágenes 3.1** se muestran las diferencias entre las moscas taquínidas y entre estas y la mosca común. También se ilustra el modo en que las taquínidas larvipositan en la entrada de los túneles perforados por *Diatraea*, desde donde buscan su hospedante.

Galería de imágenes 3.1

Moscas de la familia Tachinidae útiles en el control biológico de *Diatraea* spp.

Las moscas taquínidas pueden ser fácilmente confundidas con moscas domésticas. Una forma rápida de reconocer la familia Tachinidae es principalmente por el abultamiento prominente del subescutelo.

Mosca taquínida: *Billaea claripalpis*



Tamaño real: 9 mm

Mosca común



Tamaño real: 6 mm

Vista lateral del torax de *B. claripalpis* y mosca doméstica

La flecha indica el abultamiento prominente del subescutelo en la mosca taquínida. Las alas han sido removidas de los individuos para permitir una mejor panorámica del tórax.

Características diferenciadoras de las moscas taquínidas

En el estado adulto las tres especies son semejantes en tamaño y se diferencian por la coloración del cuerpo y por la longitud de las antenas.



Billaea claripalpis

B. claripalpis presenta en el tórax rayas negras y grises alternadas que lo recorren longitudinalmente.



Lydella minense

L. minense se distingue por la coloración negra del cuerpo y sus antenas más largas que las de *Billaea* y *Genea*.

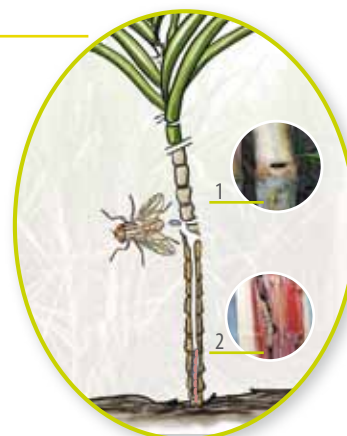


Genea jaynesi

G. jaynesi tiene una coloración pardo-amarillosa en gran parte del tórax y el abdomen.

Modo de parasitismo de las moscas taquínidas

1. Son ovíparas, es decir, los huevos eclosionan dentro de la madre; ella larviposita en las entradas dejadas por el barrenador.
2. Una vez en el tallo, la larva o cresa ubica a su hospedante y penetra su cutícula usando un diente cortante.
 - El hospedante, es decir, la larva de *Diatraea*, por lo común muere durante los 7 a 10 días de vida de la cresa.
 - El parasitoide empupa en el túnel creado por el barrenador.



Bennett (1969) sugiere que estos taquínidos, en particular *L. minense*, se guían por el olor de las larvas de *Diatraea*, sin mostrar preferencia por una especie en particular. Las hembras larvipositan en cualquier lugar del que emanen olores de las larvas de *Diatraea*, pero especialmente son atraídas por el excremento depositado en las salidas de los túneles dejados por los barrenadores. Luego la cresa es guiada por fototaxis negativa (huye de la luz) y ubica a su hospedante mediante la exploración aleatoria de los túneles.

Los adultos son insectos de vuelo muy activo, por lo que es difícil seguir sus movimientos en el campo y consecuentemente hay poca información acerca de su dispersión (Stireman *et al.*, 2006).

Jaynes (1933), citado por Bennett (1969), señala que los adultos de *Billaea* son difíciles de encontrar en los campos de caña a pesar de existir altos niveles de parasitismo. Los que se posan principalmente en los árboles que rodean los cultivos son en su mayoría machos, mientras que en los cultivos la mayoría de los individuos son hembras. Las hembras recolectadas en los árboles circundantes a los cultivos resultaron no apareadas o sólo recientemente apareadas, en tanto las recolectadas en los campos de caña estaban por lo general apareadas aunque no siempre listas para larvipositar. De acuerdo con el autor, esto sugeriría que luego de la emergencia de los adultos éstos se congregan en los árboles circundantes al lote cultivado, que utilizan como sitios de agregación, en donde se aparean y de donde las hembras retornan al cultivo sólo para alimentarse de nectarios circundantes y larvipositar. Al respecto, Vargas *et al.* (2006) señalan que *G. jaynesi* ha sido observada frecuentemente alimentándose de néctares ofrecidos por las plantas acompañantes en los callejones y bordes de los cultivos de caña.

Avispita *Trichogramma exiguum*: parasitoide de huevos

En Colombia existen varias referencias que han demostrado el uso exitoso de especies pertenecientes al género *Trichogramma* para controlar plagas en diferentes cultivos tales como algodón, soya, tomate y yuca (Vélez, 1997). Sin embargo, en caña de azúcar su uso había sido controvertido por la falta de asociación entre las liberaciones del parasitoide y el incremento en los porcentajes de parasitismo (Gómez, 1990). Estudios realizados a mediados de los años noventa encontraron que a pesar de que se había venido liberando *Trichogramma pretiosum*, *T. exiguum* (Pinto y Platner) fue la única especie que se detectó que atacaba los huevos de al menos tres especies de *Diatraea* (*D. saccharalis*, *D. indigenella* y *D. rosa*) (Gómez *et al.*, 1996).

¿Qué se sabe acerca de las interacciones entre *T. exiguum* y *T. pretiosum*?

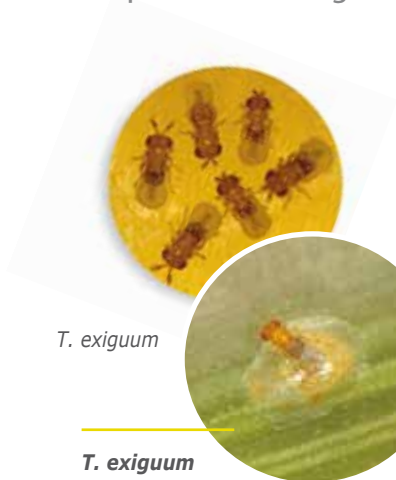
En la actualidad se sabe que la cría de *T. exiguum* requiere condiciones especiales, entre ellas que no esté cercana a crías de *T. pretiosum*, especie mucho mejor adaptada a las condiciones de cría masiva y que tiende a desplazar las poblaciones de *T. exiguum* criadas en laboratorio.

De acuerdo con lo anterior, *T. exiguum* es el parasitoide que se recomienda utilizar en el combate de *Diatraea* spp. porque se encuentra mejor adaptada al agroecosistema de la caña de azúcar y a su hospedante en el campo (Gómez *et al.*, 1996a)

La forma más fácil de distinguir *T. exiguum* de su más posible contaminante, *T. pretiosum*, es observando las antenas de los machos utilizando un microscopio estereoscópico (**galería de imágenes 3.2**). Las antenas de los machos de *T. exiguum* son más cortas, gruesas y sólo se hacen más delgadas en la parte distal, mientras que *T. pretiosum* presenta antenas largas y delgadas (Gómez *et al.*, 1996a).

Galería de imágenes 3.2

Avispitas de *Trichogramma* spp. vistas con un microscopio estereoscópico



T. exiguum

T. exiguum
parasitando huevo
de *Diatraea indigenella*.

Las antenas de los machos de *Trichogramma exiguum* son más cortas, gruesas y sólo se hacen más delgadas en la parte distal, mientras que *T. pretiosum* presenta antenas largas y delgadas.



T. exiguum



T. pretiosum

¿En qué condiciones es más eficaz la acción de *Trichogramma*?

Se ha determinado que los adultos de *Trichogramma* son susceptibles a la desecación (un óptimo de humedad relativa está entre el 80% y el 100%). Así mismo, se ha encontrado que la actividad de los adultos está asociada con la luminosidad: el parasitismo es más alto en condiciones de alta luminosidad que de sombra. Las avispidas tienen un marcado fototactismo positivo y se localizan principalmente en las áreas más expuestas de las plantas (Metcalf y Breniere, 1969). Colazza y colaboradores (2010) señalan que las hembras de *Trichogramma* permanecen como “flotando” en un radio no muy lejano de su sitio de emergencia hasta detectar una señal química de la presencia del hospedante, lo cual las hace aterrizar en las plantas y caminar sobre sus estructuras en búsqueda de más señales químicas del hospedante que las conduzcan finalmente hasta las posturas. Una vez las posturas de *Diatraea* han sido

localizadas, la hembra examina cuidadosamente el huevo caminando sobre él y palpándolo con sus antenas. Si el huevo es aceptado, la hembra lo atraviesa con su ovipositor para depositar en él su descendencia. Al final del desarrollo larval de *Trichogramma* los huevos de *Diatraea* se tornan negros, lo cual es característico del diagnóstico del parasitismo por *Trichogramma* (Metcalf y Breniere, 1969) (**galería de imágenes 3.3**).

Es importante señalar que otro parasitoide de huevos de *Diatraea saccharalis* es *Telenomus alecto* Crawford (Himenóptera: Scelionidae) (Bustillo, 2011), que puede atacar igualmente una misma masa de huevos parasitada por *Trichogramma exiguum*. Sin embargo, la presencia de *T. alecto* es esporádica y los niveles de parasitismo sobre los huevos de *Diatraea* no sobrepasan el 15% (Gómez y Vargas, 2014).

Estudios realizados por Gómez *et al.* (1996a y 1996b) mostraron que en condiciones de laboratorio *T. exiguum* tiene una marcada preferencia por *D. indigenella*, seguida por *Sitotroga cerealella* (Olivier) (Lepidoptera: Gelechiidae), el hospedante utilizado en cría masiva, y luego por *D. saccharalis*. Sin embargo, en condiciones de campo en donde exista una marcada predominancia de *D. saccharalis*, el uso de *T. exiguum* puede ser una alternativa para el control porque el parasitoide no tendrá otra elección que parasitar los huevos del hospedante disponible.

Es importante considerar que la mortalidad temprana y natural de las larvas de *Diatraea* spp. puede oscilar en un amplio rango y alcanzar valores hasta del 90% (Metcalf y Breniere, 1969), lo que ha llevado a algunos a pensar que el efecto del parasitismo en el estado de huevo es insignificante. Sin embargo, de acuerdo con los mismos autores, se ha demostrado que el parasitismo de los huevos es un factor aditivo de mortalidad temprana en *Diatraea*, y por lo tanto cambios en el parasitismo, sobre todo si este se aproxima al 100%, pueden ser un factor importante en la regulación de las poblaciones de la plaga.

Galería de imágenes 3.3

Posturas de *Diatraea* sp.: sanas y parasitadas por *T. exiguum*

Huevos sanos



Postura de *D. indigenella* (sana)

Huevos parasitados por *T. exiguum*. Los orificios son los puntos de emergencia de los adultos de las avispidas.



Postura de *D. indigenella* (parasitada)

Recomendaciones para la liberación de los enemigos naturales de *Diatraea* spp.

Una de las principales recomendaciones con respecto a la liberación de los enemigos naturales de *Diatraea* spp. es que éstos sean parasitoides activos, es decir, en estado adulto, y asegurar su buena distribución en el campo. Los métodos de liberación que consisten en dejar los puparios de las moscas o las pulgadas de *T. exiguum* en el campo antes de su emergencia no son recomendables por la depredación de hormigas y aves, que rápidamente aprenden a reconocer estos insumos biológicos como un alimento de fácil acceso (Gómez *et al.*, 1998; García, 2012: comunicación personal, Diatraea Ltda). A pesar de que no existe mucha información con respecto a la capacidad de dispersión de los adultos de las moscas taquínidas, se sabe que son insectos de vuelo muy activo y que después de la emergencia los adultos tienden a congregarse en troncos de árboles y en pequeñas colinas para aparearse (Stireman *et al.*, 2006).

Una adecuada distribución en el campo de adultos activos, alimentados y copulados podría favorecer su concentración en el área afectada por los barrenadores en lugar de arriesgarse a migrar hacia otros sectores del campo para copular o alimentarse, lo cual podría disparar su accionar en el lote liberado. Con respecto a *Trichogramma*, tal y como se mencionaba anteriormente, dado el tamaño diminuto de estos parasitoides de huevos, se supone que su rango de dispersión es de cortas distancias y su longevidad, de pocos días, lo que hace aun más crítica una adecuada labor de liberación para que sea efectiva.



Los parasitoides liberados deben ser adultos.

Al respecto, Geetha y Balakrishnan (2010) encontraron que la dispersión de *Trichogramma chilonis* utilizada en contra del barrenador de la caña en la India, *Chilo sacchariphagus* (Lepidoptera: Crambidae), fue más alta a edades tempranas del cultivo (45 días) en comparación con edades mucho mayores (siete meses), y que el parasitoide fue capaz de desplazarse hasta diez metros del sitio de liberación hasta una edad de cinco meses del cultivo, tiempo a partir del cual la capacidad de dispersión disminuyó.

Lo mencionado anteriormente sustenta la recomendación de asegurar una buena distribución de enemigos naturales activos, alimentados y que hayan tenido la oportunidad de copular, lo que asegura que la tarea principal de las hembras, una vez liberadas, sea ubicar a los hospedantes, en este caso los huevos de *Diatraea* spp., para el caso de *Trichogramma*, o las larvas de los barrenadores, para el caso de las moscas taquínidas.

Pautas para la liberación de las moscas taquínidas *Lydella minense* y *Billaea claripalpis*

- 1** Estimar qué cantidad de moscas se requieren de acuerdo con las dosis recomendadas y el tamaño de la suerte, e informar al proveedor de los insumos biológicos la fecha programada para la liberación.
- 2** Asegurar que se suministre al grupo de moscas que van a ser liberadas al menos cinco gramos de azúcar.
 - Este alimento puede ser dejado simplemente en un plato plástico en la base de la jaula en donde se espera la emergencia de los adultos. Puede hacerlo el proveedor de insumos biológicos o el agricultor.
- 3** Procurar liberar las moscas el mismo día si las ha entregado ya emergidas el proveedor de insectos benéficos.
 - Si, por el contrario, se están dejando emerger en la finca, la liberación debe programarse paulatinamente durante los siguientes 3 a 5 días después de la emergencia de las primeras moscas, tiempo durante el cual emergerá la mayoría. Para esto es necesario disponer de un sitio fresco y ventilado en la finca en el cual puedan emerger los adultos, o que el proveedor de los enemigos naturales coordine con el agricultor el transporte de los animales listos para su liberación en el campo.
- 4** Antes de la liberación, separar cantidades similares de parasitoides en recipientes que contengan lo que va a ser liberado en una suerte.
 - Estos recipientes pueden ser tubos de PVC cubiertos por uno o los dos extremos con tul; para esto también pueden ser útiles tarrinas plásticas de 32 onzas. En un tubo de PVC se pueden almacenar hasta 150 moscas. Por ejemplo, para el control en una suerte donde se requieren 150 parejas de moscas, se llevarían dos contenedores de liberación (150 moscas en cada uno).
- 5** Realizar la liberación en el lote o suerte de tal forma que se entre por diferentes sitios (al menos seis), siguiendo un recorrido de diez metros hacia el centro.
 - El esquema del recorrido se muestra en la **galería de imágenes 3.4**.
- 6** Una vez en el campo, en el primer sitio de liberación retirar el tul del tubo o tarrina y golpear suavemente para estimular a las moscas a que salgan.
 - Repetir la misma operación en cada sitio de liberación.
- 7** Durante la liberación, buscar que las moscas sean dejadas principalmente en las caras internas de la suerte o en el interior de las secciones que la conforman (tablones), evitando otras suertes vecinas, sobre todo si estas son campos de más de cinco meses de edad.
 - Esto con el objetivo de incentivar la colonización del campo liberado y desestimular el parasitismo en lotes vecinos.

Galería de imágenes 3.4

Pautas para la liberación de las moscas taquínidas

Las moscas utilizadas para el control de *Diatraea* en el valle del río Cauca son *Lydella minense* y *Billaea claripalpis*.



Antes de salir al campo

Separe en varios recipientes la dosis por aplicar en cada lote.

Puede usar tubos de PVC cubiertos con tul o tarrinas plásticas de 32 onzas.



En cada punto de liberación se destapa el recipiente y, con golpes suaves, se estimula a las moscas para que salgan.

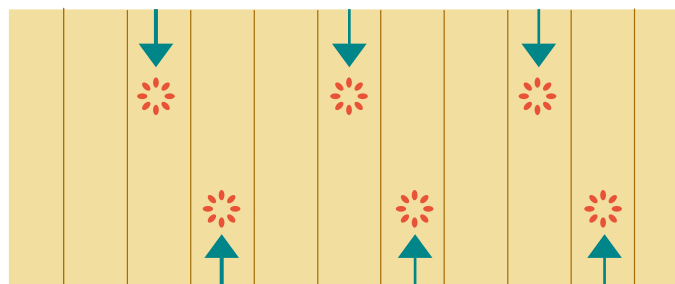


Una vez en el campo

- Ingrese al lote por diferentes sitios (al menos seis) y recorra 10 metros hacia adentro para liberar las moscas.
- Incentive la colonización del campo soltando las moscas dentro del lote y no en los bordes.
- Si tiene suertes vecinas mayores de cinco meses, ingrese al lote por los surcos más cercanos al centro, alejándose del borde común.

Distribución de puntos de liberación de las moscas taquínidas

↓ Recorrido de 10 metros (recipiente cerrado) * Punto de liberación (recipiente abierto)



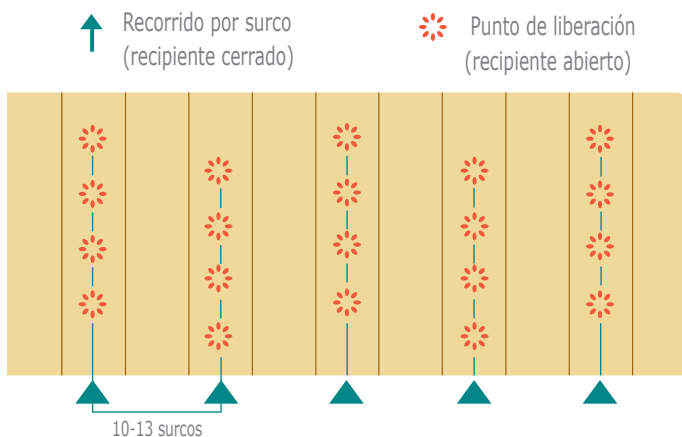
Pautas para la liberación de las avispidas *Trichogramma exiguum*

- 1 Calcular la cantidad requerida de acuerdo con las dosis recomendadas y el tamaño de la suerte, e informar al proveedor la fecha de la liberación.**
 - El proveedor hace entrega de hojas de cartulina negra (contabilizadas en pulgadas cuadradas) que contienen huevos de *Sitotroga cerealella* parasitados con *T. exiguum*. La persona a cargo de la liberación debe asegurarse de conocer la fecha estimada para la emergencia de los adultos.
- 2 En cuanto se reciben las cartulinas con posturas se deben preparar recipientes plásticos transparentes de boca ancha, en donde como alimento se coloca en las paredes internas una porción de media uva pasa macerada dividida en cuatro partes.**
 - Las hojas con posturas deben estar distribuidas en cantidades iguales de máximo 150 pulgadas cuadradas por contenedor, el cual deber estar tapado con tela gruesa.
- 3 Observar continuamente los recipientes para detectar cuándo comienzan a emerger las avispidas.**
 - Programar la liberación aproximadamente 24 horas después de iniciar la emergencia.
- 4 Realizar la liberación entre el primero y el quinto mes de edad del cultivo.**
 - Preferiblemente en la mañana o en horas de la tarde para evitar altas temperaturas.
- 5 Liberar el parásito al menos en 20 sitios de la suerte.**
 - Entrar a la suerte cada 10 a 13 surcos, recorrer el surco y abrir el recipiente en tres o cuatro puntos del recorrido, dejándolo abierto hasta unos 30 segundos. Es deseable que existan al menos 20 sitios de liberación por suerte (**galería de imágenes 3.5**)

Galería de imágenes 3.5

Pautas para la liberación de la avispidita *Trichogramma exiguum*

Distribución de puntos de liberación de la avispidita *T. exiguum*



Liberación en campo de *T. exiguum*

Dosis de parasitoides y frecuencia de las liberaciones de acuerdo con el nivel de daño en el campo

Las recomendaciones para hacer frente a *Diatraea* spp. se basan en la evaluación del daño en la cosecha y en la planificación del control biológico en el ciclo de cultivo siguiente. La dosis de parasitoides y la frecuencia de las liberaciones dependerá del porcentaje de entrenudos barrenados con respecto al total evaluado, índice conocido como intensidad de infestación.

Las recomendaciones a continuación fueron adaptadas de la última publicación al respecto emitida por el Centro de Investigación (Bustillo, 2009).

- **En campos con intensidad leve del daño** es suficiente una liberación de moscas entre los 5 y 7 meses de edad de la caña. Con esta dosis se puede controlar la población de larvas de *Diatraea*.
- **Si la intensidad es alta** (2.5% a 4% de entrenudos barrenados) se hará el control de huevos y larvas de la plaga liberando avispidas *T. exiguum* cuando la caña tenga de 1 a 5 meses, y posteriormente moscas, antes de que complete los 7 meses de edad.
- **En el caso de infestaciones de intensidad muy alta** (>4%) se siguen las recomendaciones dadas en campos con nivel alto de daño pero en lugar de una dosis de moscas se liberan dos: la primera vez a los 5 meses y la segunda a los 7 meses de edad de la caña (**tabla 3.1**).

Tabla 3.1

Programa de control biológico de *Diatraea* spp. de acuerdo con su intensidad de infestación en cultivos de caña de azúcar

Intensidad de infestación (%)	Número de parasitoides por hectárea y época de liberación según la edad de la caña	
LEVE 0.5% a 2.5%	15 parejas de moscas/hectárea	5 – 7 meses
ALTA 2.5% a 4%	50 pulgadas ² de <i>Trichogramma</i> /hectárea	1 – 5 meses
	15 parejas de moscas/hectárea	5 – 7 meses
MUY ALTA Más del 4% de entrenudos barrenados	50 pulgadas ² de <i>Trichogramma</i> /hectárea	1 – 5 meses
	15 parejas de moscas/hectárea	5 meses
	15 parejas de moscas/hectárea	7 meses

Medición del parasitismo de los enemigos naturales de *Diatraea* en el campo

Tal y como se mencionó, en el valle del río Cauca se han reportado al menos once introducciones de enemigos naturales para el control de *Diatraea* spp., de las cuales hoy se sabe que fueron exitosas al menos dos: *Lydella minense* y *Billaea claripalpis*. Otros no pudieron establecerse con éxito, lo cual es considerado normal en casi todos los programas de control biológico, ya que diversos factores, principalmente los medioambientales, pueden limitar el establecimiento de un enemigo natural en una nueva zona donde es introducido.

De acuerdo con Gaviria (1998), en el caso del parasitoide de larvas *Cotesia flavipes*, luego de la liberación de 24 millones de adultos durante los años 1975 y 1981 en los ingenios Risaralda, Riopaila, Pichichí, Providencia y Manuelita, la recuperación de individuos parasitados en el campo fue muy baja, lo que indicó su incapacidad para adaptarse a las condiciones ambientales de la región, y como resultado, su poca eficiencia en el control de la plaga. Sin embargo, *Cotesia flavipes* es utilizado con éxito en el control de *Diatraea* spp. en otras zonas del país, como en Santander y los Llanos Orientales, donde posiblemente se adapta mejor a las condiciones ambientales.

Pautas para medir el parasitismo

En todo programa de control biológico es necesario verificar primero que el enemigo natural se haya establecido en las zonas donde es liberado, y luego que sus niveles de parasitismo sean suficientes para mantener la plaga en límites donde no cause daño económico. El porcentaje de entrenudos barrenados determinado sistemáticamente en la cosecha de la caña es una forma de hacer seguimiento al establecimiento y eficacia de los enemigos naturales de la plaga al verificar si efectivamente han disminuido los niveles de daño a medida que se adelanta el programa de control.

Sin embargo, se recomienda realizar periódicamente un monitoreo del parasitismo mediante la recolección de los estados de la plaga que se espera estén atacados por los parasitoides, es decir, el estado de huevo por *T. exiguum* y el estado de larva por *L. minense* y *B. claripalpis*.

- Las recolecciones de larvas y posturas de la plaga se pueden realizar en campos entre el primer y tercer mes de edad de la caña (**galería de imágenes 3.6**). Recolecciones a edades más tardías son complicadas, ya que recorrer el campo es más difícil y extraer las larvas vivas de tallos formados es más dispendioso.
- El material recolectado se lleva a un sitio fresco dentro de la finca, en donde se deja en observación durante dos a tres semanas, cuando los síntomas del parasitismo comienzan a observarse. Se registra en un formulario cuántas posturas tienen coloración negra (síntoma de parasitismo por *T. exiguum*) y cuántas larvas de *Diatraea* presentan emergencia de puparios de la mosca.

Galería de imágenes 3.6

Pautas para medir el parasitismo mediante la observación de larvas y posturas de *Diatraea* recolectadas en el campo

Las recolecciones se realizan preferiblemente cuando la caña tiene entre 3 y 5 meses de edad.



Síntoma de corazón muerto

Las larvas de *Diatraea* se pueden extraer de tallos afectados con el síntoma de corazón muerto. Cada larva se coloca en un recipiente, dejando algo de tallo con ella.



Postura de *Diatraea*

Las posturas se deben buscar en el envés de las hojas; no son tan fáciles de recolectar en el campo. Se colocan todas en el mismo recipiente para su traslado a un lugar fresco, donde se vigilarán, igual que las larvas, al menos durante dos a tres semanas.



Los individuos recolectados se mantienen en observación en un lugar fresco durante unos 20 días, para el registro del parasitismo.

Preparativos para recolección y traslado de huevos y larvas de la plaga.



El parasitismo de las posturas por *T. exiguum* se registra contando los huevos que se tornan negros; los pequeños agujeros son señal de la emergencia de diminutas avispidas.

Las larvas de *Diatraea* se deben alimentar con rodajas de maíz tierno, hasta verificar la salida de los puparios de la mosca; esto puede ocurrir entre 3 y 4 días después de la parasitación.



Pupario de la mosca

Larva de *Diatraea* muerta por parasitismo.

Orientaciones para el facilitador



Lydella minense.



Billaea claripalpis.

Genea jaynesi
(nativa, no hay cría
en laboratorio)



El néctar es apetecido por las moscas benéficas.

► Realice con los participantes el **Ejercicio 3.1. Reconocimiento de los enemigos naturales de *Diatraea* y guía para su liberación en el campo.**

Luego de la sesión de retroinformación, continúe con el tema siguiente sobre los parámetros para verificar la calidad de los enemigos naturales utilizados en el control de *Diatraea*, en particular de *Trichogramma exiguum* y *Lydella minense*.

Con respecto al control de calidad de los insectos benéficos, oficialmente el ICA certifica a las empresas productoras de las especies de *Trichogramma*, pero no emite certificaciones respecto a las moscas taquínidas. Es de señalar que hasta la fecha Cenicaña no tiene el papel de empresa certificadora de la calidad de este tipo de insumos, pero sí funge como expendedor de cepas madre de *T. exiguum*, para lo cual está certificada ante el ICA.

Por lo tanto, es de especial interés para el personal a cargo del manejo de plagas estar atento a los parámetros exigidos en el control de calidad de *Trichogramma exiguum* por el ICA y solicitar a su proveedor dicho certificado actualizado. Así mismo, se recomienda tener en cuenta las instrucciones de Cenicaña en relación con los parámetros mínimos de calidad de producción de las moscas taquínidas.

► Celebre la **Práctica 3.1. Liberación de enemigos naturales de *Diatraea* y evaluación del parasitismo en el campo.** Finalice con una dinámica de retroinformación.

Calidad de enemigos naturales utilizados en el control de *Diatraea* spp.

Con el fin de asegurar la eficacia del control biológico de *Diatraea* spp. se debe verificar la calidad de los insumos obtenidos de los laboratorios productores de insectos benéficos. El primer paso en este proceso es cerciorarse de que se están liberando las especies apropiadas, es decir, de demostrada eficiencia en el combate de la plaga. Las empresas dedicadas a la producción y venta de *T. exiguum* deben tener certificación vigente emitida por el ICA.



En el caso de los taquínidos, en la actualidad no existe un ente encargado de certificar la calidad de los individuos utilizados para el control biológico de *Diatraea* spp. y tampoco se tiene una definición oficial de los parámetros que describan la calidad del insumo. Por lo tanto Cenicaña, con la colaboración de nueve laboratorios productores de taquínidos en el Valle del Cauca, realizó un trabajo de caracterización de diferentes parámetros de producción de estos insectos benéficos, específicamente *L. minense*, que es la especie más utilizada comercialmente y se produce en todos los laboratorios participantes (Obando, 2007). La caracterización mostró diferencias marcadas entre los nueve laboratorios productores de *L. minense* en relación con las variables siguientes:

- Peso de puparios: entre 19 mg y 45 mg (en el 70% de los laboratorios el peso promedio del pupario de una hembra fue 35 mg y el de un macho 31 mg)
- Porcentaje de emergencia de adultos: entre 55% y 96% (en el 70% de los laboratorios se tuvo en promedio al menos 85% de emergencia)
- Porcentaje de individuos atípicos: entre 1% y 12% (en el 70% de los laboratorios promedio de atípicos fue menor que 4%)
- Mortalidad de las hembras durante el periodo de gestación (diez primeros días después de la emergencia): entre 3% y 50% (en el 70% de los laboratorios el promedio de mortalidad de hembras gestantes fue menor que 12%)
- Número de crías por hembra: entre 289 y 546 (80% de los laboratorios reportaron en promedio 390 crías por hembra).



Asimismo, se halló una alta correlación entre el peso de los puparios, la progenie total producida y el grado de actividad de la progenie. Por lo tanto, el peso del pupario se podría considerar como un factor crítico en el aseguramiento de la actividad parasitaria de las moscas en el campo.

Adaptando lo sugerido por Obando (2007) y de acuerdo con los parámetros de la mayoría de los laboratorios que participaron en la caracterización, se formulan los parámetros de calidad para el caso de *Lydella minense*.

Parámetros de calidad exigidos por el ICA para la producción y venta de *Trichogramma exiguum*

- La especie debe estar debidamente identificada como *Trichogramma exiguum*.
- Se debe renovar la cría cada seis meses adquiriendo material parental o cepas puras de entidades certificadas para el efecto. En la actualidad este servicio es prestado por Cenicaña.
- En caso de manejar especies diferentes en el mismo laboratorio, cada una de ellas debe ser manipulada en cuartos o sitios separados o aislados.
- Cada pulgada cuadrada deberá tener 2200 huevos de *Sitotroga cerealella* parasitados por *T. exiguum*; el porcentaje de huevos parasitados y eclosionados debe ser al menos del 80% y la relación de sexos será de 1:1.5 hembras por machos, respectivamente.
- El porcentaje de individuos atípicos debe ser inferior al 2%.
- La fecha de vencimiento luego de la parasitación no debe exceder los 10 días, tiempo durante el cual el material se debe conservar a 10 °C y 65% de humedad relativa.

Parámetros de calidad recomendados por Cenicaña para la producción masiva de *Lydella minense*

Se considera que son deseables las siguientes recomendaciones mínimas para mantener una buena producción masiva de *L. minense* y asegurar su eficacia en el campo:

- Peso promedio del pupario: al menos 30 mg.
- Porcentaje de emergencia adultos: al menos 85% en un lote de moscas.
- Porcentaje de individuos atípicos: menor que 4% en un lote de moscas.
- Porcentaje de muerte de hembras en proceso de gestación (diez primeros días después de la emergencia): inferior al 12% en un lote de moscas.
- Promedio de crías por hembra: al menos 390 crías en un lote de moscas.

Las pautas se fundamentan en la investigación realizada por Cenicaña con el objetivo de contribuir a establecer unos parámetros mínimos de control de calidad de las moscas taquínidas. En igual sentido se sugiere que los laboratorios productores de insectos benéficos incorporen en sus actividades el material obtenido en el campo, de tal forma que puedan renovar, paulatina y periódicamente, las cepas de parasitoides mantenidas en el laboratorio. No hacerlo puede acarrear que los insectos pierdan su adaptación a las condiciones del campo y su acción sobre el hospedante.

Ejercicio 3.1. Reconocimiento de los enemigos naturales de *Diatraea* y guía para su liberación en el campo

Orientaciones para el facilitador



Recurso digital

www.cenicana.org/pat

Este ejercicio consta de dos actividades que se llevan a cabo en un salón adecuado para el trabajo de grupos, durante un tiempo total de 35 minutos.

Sugerencias para organizar la práctica

Para la actividad 1, preparar los siguientes materiales para cada grupo (la actividad 2 es individual):

- Un juego de individuos de los siguientes insectos: 1) mosca taquínida *Billaea claripalpis*; 2) mosca casera; 3) *Trichogramma exiguum*; y 4) *Trichogramma pretiosum*. Cada individuo irá en una caja de Petri pequeña, en alcohol, montado en alfileres y tendrá un número que lo identifique.
- Disponga además de material vivo de los parasitoides con el fin de ilustrar a los participantes las características de los enemigos naturales en tamaño real.
- Tenga a su disposición, ya sea en imágenes impresas o en diapositivas, las figuras que describen las características tanto de los parasitoides *Trichogramma exiguum* como de las moscas taquínidas.
- Entregue a los participantes el resumen técnico de la unidad 3 de aprendizaje y las instrucciones para el ejercicio. Los participantes pueden debatir sus puntos de vista y consultar sus materiales de trabajo, pero sólo el capacitador tendrá las respuestas correctas de los individuos asignados.

Orientaciones para la dinámica de retroinformación

- Actividad 1: se debe enfatizar que el primer parámetro de control de calidad en todo tipo de insumo es la correcta identidad del producto; todas las demás indicaciones son inútiles si se está liberando la especie equivocada. Con la participación de los grupos de trabajo descubra las respuestas correctas; deje que cada grupo sugiera la identidad de los organismos analizados, defina sus características y haga sus observaciones al respecto.
- Actividad 2: los cuatro pasos ordenados por el participante son una síntesis de las recomendaciones de Cenicaña para la liberación de los controladores biológicos de *Diatraea*. Si no se sigue estrictamente la numeración, ello no significa necesariamente que el procedimiento haya sido mal realizado. No obstante, el orden sugerido sigue una cronología lógica en el desarrollo de la operación. Por ejemplo, estimar la cantidad requerida es un paso que debe anteceder a cualquier actividad de manipulación de los individuos en la finca, ya que no sería prudente hacer un pedido de enemigos naturales de la plaga si no sabemos qué cantidad necesitamos.

* Respuestas correctas (actividad 2): Avispitas *Trichogramma* = 4, 2, 1, 3. Moscas taquínidas: 3, 1, 2, 4

Ejercicio

Instrucciones para los participantes

Reconocimiento de los enemigos naturales de *Diatraea* y guía para su liberación



Recurso digital

www.cenicana.org/pat

Objetivos

- Reconocer los enemigos naturales utilizados en el control de *Diatraea* y recordar los pasos generales para su liberación, de acuerdo con las recomendaciones de Cenicaña.

Actividad 1. Reciba los materiales del facilitador. Indique el número de cada insecto y sus características. Mencione las dificultades que tuvo el grupo para la identificación. Una vez termine, espere las indicaciones del facilitador.

Identificación y características de los insectos

<i>T. exiguum</i>	N.º=	<i>T. pretiosum</i>	N.º=	<i>Mosca taquínida</i>	N.º=	<i>Mosca casera</i>	N.º=

Actividad 2. Señale con un número del 1 al 4 el orden de los pasos a seguir para la liberación de los parasitoides.

Secuencia de las actividades para la liberación

N.º	Avispita <i>Trichogramma</i>	N.º	Moscas taquínidas: <i>L. minense</i> y <i>Billaea claripalpis</i>
	Realizar el recorrido de la suerte entrando cada 10 a 13 surcos en donde, por un lapso de 30 segundos, se abrirá el contenedor (al menos unas 20 veces por suerte: tres a cuatro veces por surco)		La liberación debe programarse paulatinamente a medida que las moscas vayan emergiendo. Si son entregadas ya emergidas, se deben liberar el mismo día que se reciben.
	Una vez recibido el <i>Trichogramma</i> , asegurarse de conocer la fecha estimada para la emergencia de los adultos.		Calcular la cantidad requerida de acuerdo con las dosis recomendadas y el tamaño de la suerte.
	Estimar la cantidad requerida de acuerdo con las dosis recomendadas y el tamaño de la suerte.		Al momento de la recepción de las moscas, dividir el número de moscas en cantidades similares y colocarlas en recipientes para liberarlas en el campo.
	Separar las hojas con posturas en cantidades similares de máximo 150 pulgadas cuadradas por contenedor, que debe estar tapado con tela gruesa y en cuyas paredes internas se coloca como alimento media uva pasa macerada dividida en cuatro partes.		En el primer sitio de liberación abrir el recipiente y golpearlo suavemente para estimular la salida de los insectos. Se sugiere en esta operación realizar un recorrido de toda la suerte y dejar seis sitios de liberación por suerte.

Práctica 3.1. Liberación de enemigos naturales de *Diatraea* y evaluación del parasitismo en el campo



Orientaciones para el facilitador



Recurso digital

www.cenicana.org/pat

Esta práctica es una demostración con la cual el facilitador orienta a los participantes sobre las pautas para la liberación de las moscas taquínidas y de *T. exiguum*, así como para la verificación del parasitismo en posturas y larvas de *Diatraea* (ver resumen técnico de la unidad 3). Para cada labor se ha diseñado una actividad específica. El tiempo total para la práctica son 150 minutos. Dado que es una práctica de campo, es importante informarles a los participantes con anterioridad para que utilicen calzado adecuado, preferiblemente botas; sombrero y camisa de manga larga.

Sugerencias para organizar la práctica

Actividad 1: liberación moscas taquínidas y *Trichogramma exiguum*.

- Permita que los participantes colaboren en la labor de liberación mientras usted va explicando los diferentes factores que pueden incidir en esta operación, tales como el tamaño del lote, sus divisiones (tablones) y la dosis por liberar.
- Asegúrese de subrayar que no todas las suertes donde se van a liberar los insectos tendrán una hectárea de extensión, y que los tablones deben ser considerados al planear una liberación (liberar sólo en las caras internas de los tablones).

Actividad 2: verificación del parasitismo mediante la recolección de posturas y larvas de *Diatraea* en el campo.

- Tenga prevista la participación de dos personas adicionales previamente entrenadas en la recolección de huevos y larvas de *Diatraea* spp., quienes le servirán de apoyo en la práctica como capacitadores auxiliares. Divida el grupo en tres subgrupos, que serán asignados a cada uno de los tres facilitadores, incluido usted mismo.
- Antes de ingresar al campo asegúrese de brindar las instrucciones iniciales acerca de la labor de búsqueda, es decir, que deben ubicar y coleccionar huevos de *Diatraea* spp. depositados principalmente en las hojas de la planta, y larvas del interior de los tallos.
- Indique a cada grupo que la labor de recolección de larvas se debe llevar a cabo hasta capturar un total de diez larvas y por lo menos un par de posturas de *Diatraea* spp., que son más difíciles de encontrar. Asigne un máximo de 40 minutos de búsqueda, después de lo cual se reunirán de nuevo para observar lo encontrado. Indique a los participantes que deben usar uno de los recipientes plásticos para almacenar todas las posturas de *Diatraea* spp. recolectadas y las larvas pueden ser individualizadas en los demás recipientes, dejando algo de material vegetal (tallo) con el individuo coleccionado.
- Entregue a cada participante el resumen técnico de la unidad 3 de aprendizaje; adjunte el formulario de registro del parasitismo (**anexo 1**) y explique cómo se diligencia.

RECURSOS NECESARIOS

Actividad 1:

- ☐ Asegúrese de disponer de individuos en estado activo al menos un día antes de la práctica. Prepare con anticipación 50 pulgadas cuadradas de *Trichogramma exiguum* y 15 parejas de moscas de cualquiera de las dos especies. Para esto es conveniente contactar a un proveedor de insumos (moscas y *Trichogramma*) con una semana de anticipación para encargar el material necesario.
- ☐ Para la liberación disponga de un campo de caña de azúcar con una edad que no supere los cinco meses, con el fin de facilitar los recorridos y la distribución de los individuos liberados durante la demostración.

Actividad 2:

- ☐ Para la recolección de huevos y larvas de *Diatraea* procure disponer de un campo de caña de azúcar no mayor a cinco meses y con niveles de infestación de la plaga de medianos a altos (al menos 5% de intensidad de infestación). Puede ser el mismo campo que donde hizo la actividad 1, aunque no necesariamente.
- ☐ Esta práctica contará con un capacitador principal y dos capacitadores auxiliares, que para ejecutar su labor dispondrán de un machete y de los equipos apropiados de protección (un par de guantes de carpa de puño largo, un juego de gafas de seguridad y canilleras con protección hasta el empeine).
- ☐ Para la recolección de las muestras en el campo se debe disponer de al menos veinte frascos contenedores pequeños por grupo, que pueden ser tarrinas plásticas pequeñas o recipientes de toma de muestras de laboratorio, acondicionados con agujeros en la tapa para facilitar la ventilación.

Nota: el material parasitado para observar las manifestaciones de parasitismo puede provenir de la recolección en el campo (especialmente en el caso de las posturas) o haber sido obtenido de individuos parasitados suministrados por un proveedor de insectos benéficos.

Orientaciones para la dinámica de retroinformación

- Se debe brindar a los participantes la oportunidad de que sugieran cómo pueden respetarse las recomendaciones generales para la liberación de parasitoides cuando varían factores como la intensidad de daño de la plaga, el tamaño de la suerte, la edad del cultivo, la cantidad de tabloncillos y el número de individuos a liberar.
- Resalte que es posible ser flexibles con respecto a los recorridos y a la cantidad de puntos en donde se deben abrir los contenedores para que salgan los insectos, siempre y cuando se mantenga una buena cobertura del campo a liberar.
- Hay que enfatizar que si se tiene un buen registro del nivel de daño de la plaga y la intensidad de infestación se mantiene en un rango bajo, la toma de muestras para observar el parasitismo no necesariamente debe hacerse en cada ciclo del cultivo. Sin embargo, verificar periódicamente el nivel de parasitismo permite hacer un seguimiento de la calidad de la labor y de su efecto en el campo y realizar los ajustes pertinentes.

Unidad 4

Análisis económico del control biológico de *Diatraea* spp.



El contenido de esta unidad de aprendizaje fue preparado con la asesoría de Claudia Posada Contreras, M.Sc., economista de Cenicaña.

Introducción

Según los principios del manejo integrado de plagas, la decisión de combatir determinada plaga debe sustentarse en la estimación de las pérdidas de producción causadas por ella y en el nivel de eficiencia del método de control utilizado. De acuerdo con Cardona (1999) la densidad poblacional o umbral de acción frente al cual hay que tomar la decisión de controlar puede ser definida como el nivel poblacional de una plaga cuyo costo de manejo es equivalente al beneficio del control, es decir, el daño evitado por la medida de control. En tal sentido, esta unidad de aprendizaje busca aportar elementos para realizar un análisis económico de la labor de control biológico de *Diatraea* spp. partiendo de la evaluación tanto de las pérdidas causadas por los barrenadores como de la eficacia del control biológico.

Pese a que el control biológico de *Diatraea* spp. es eficaz cada vez que se practica, no existe evidencia experimental del nivel de eficacia de las liberaciones de *Trichogramma exiguum* y de las moscas taquínidas, debido a las dificultades metodológicas que existen para separar el efecto de una liberación de poblaciones preexistentes de parasitoides en el campo y a la imposibilidad de aislar artificialmente el accionar de los parasitoides en una parcela experimental en particular.

Para superar este inconveniente se recurre al análisis de estudios de caso como herramienta metodológica para la evaluación económica del control biológico de *Diatraea* spp. Con base en lo anterior se desarrolla la presente unidad de aprendizaje, en la cual se utiliza información comercial registrada por ingenios azucareros del valle del río Cauca entre los años 2009 y 2011 acerca del nivel de daño inicial (determinado en la cosecha: ciclo 1), la cantidad de moscas liberadas en un evento de liberación (en el siguiente ciclo de cultivo) y el nivel de daño obtenido luego de la implementación de un programa de control biológico basado en una sola liberación de taquínidos (determinado en la cosecha: ciclo 2). De este modo, la información existente acerca de las pérdidas causadas por *Diatraea* spp. y la estimación de la eficacia del control biológico se constituyen en los pilares de la propuesta de manejo integrado de *Diatraea* spp., que con un esquema de análisis de rentabilidad permite validar las alternativas de control con respecto a su eficiencia, costo y beneficio.

Objetivos

Los participantes en la capacitación desarrollan las siguientes competencias:

- Estimar las pérdidas de producción causadas por *Diatraea* spp.
- Evaluar la efectividad del control biológico.
- Calcular el costo de la implementación del control biológico de *Diatraea* spp.
- Realizar un análisis de la rentabilidad del control biológico de *Diatraea* spp. con base en la relación beneficio/costo.

Estructura de aprendizaje

Análisis económico del control biológico de *Diatraea* spp.



La estructura de aprendizaje muestra que para emprender un programa de control biológico basado en un análisis de rentabilidad es necesario disponer de información sobre dos aspectos: la función de daño, que es la relación entre las poblaciones de la plaga y el nivel de pérdidas de producción causadas por los barrenadores, y la magnitud del beneficio, que es la relación entre las liberaciones de los parasitoides y el nivel de reducción de las pérdidas causadas por los barrenadores, es decir, la producción en tonelaje de caña y de azúcar recuperada en virtud del control realizado. Para adquirir destreza en el análisis, los participantes tendrán la oportunidad de realizar dos ejercicios: el primero para determinar la importancia de las pérdidas económicas por la plaga y el segundo para el análisis de la relación beneficio/costo de un programa de control biológico dirigido a reducir tales pérdidas.

Preguntas iniciales

1. ¿Sabe cuál es el nivel de pérdidas en toneladas de caña y/o azúcar causado por una unidad porcentual de daño de *Diatraea* spp.?
2. ¿Sabe cuál es el costo por hectárea del control biológico?
3. ¿Considera que el control biológico es una práctica rentable en el cultivo de la caña de azúcar?
4. ¿Conoce cuál es la participación porcentual del costo del control biológico en los costos totales del levantamiento del cultivo de caña?

Estimación de las pérdidas de producción causadas por *Diatraea* spp.

En general se puede decir que el daño por los barrenadores como *Diatraea* spp. es un daño silencioso, oculto a la mirada de los agricultores y sólo visible cuando se rajan los tallos o, peor aun, cuando se dan descensos en la producción, que muchas veces son atribuidos a factores indeterminados debido a que no se evalúa la magnitud de la plaga.

En la descripción del tipo de daño causado por *Diatraea* spp. se subraya el impacto del daño en la fisiología de la planta y cómo éste ocasiona pérdidas de producción. Se ha determinado que las pérdidas causadas por la plaga están en el orden del 0.826% en tonelaje de caña y del 0.26% en la producción del azúcar por cada unidad porcentual de daño. Si se supone una producción promedio de caña de 120 t/ha y un rendimiento en la obtención de azúcar del 11%, las pérdidas de azúcar se estiman en 109 kg/ha (vía tonelaje de caña) y en 34 kg/ha (vía rendimiento), para un total de 143 kg/ha de azúcar por cada unidad porcentual de intensidad de infestación (Gómez *et al.*, 2009).

Con base en lo anterior, la magnitud de las pérdidas económicas por el daño que causan los barrenadores de la caña *Diatraea* spp. se estima desde dos perspectivas: la del ingenio azucarero y la del productor y proveedor de caña. El **cuadro 4.1** muestra el análisis para el ingenio de las pérdidas estimadas en campos con distintos niveles de daño o intensidad de infestación por *Diatraea*, donde la producción esperada son 13,200 kg/ha de azúcar (120 t/ha de caña en campo y 11% de rendimiento en fábrica) y cuando el precio promedio del azúcar son 1000 \$/kg. Se observa que, por ejemplo, en campos con intensidad de infestación del 12% de entrenudos barrenados, la producción esperada de azúcar (kg/ha) disminuye en 13%, lo que se traduce en pérdidas económicas de 1'716,000 \$/hectárea.

Cuadro 4.1

Pérdidas estimadas según la intensidad de infestación por *Diatraea* spp. y desde la perspectiva de un ingenio azucarero

Intensidad de infestación (%)	Pérdida esperada de producción de azúcar ¹ (kg/ha)				Pérdida económica ² (\$/ha)
	Vía TCH	Vía RDTO	Total	Porcentaje	
1	109	34	143	1.1	143,000
4	436	136	572	4.3	572,000
8	872	272	1144	8.6	1'144,000
12	1308	408	1716	13.0	1'716,000

1. Presumiendo una producción de azúcar de 13,200 kg/ha con base en una producción esperada de 120 toneladas de caña por hectárea (TCH) y 11% de rendimiento en azúcar (RDTO) (Gómez *et al.* 2009)
2. Presumiendo un precio promedio de azúcar de 1000 \$/kg (el precio promedio a febrero de 2015 fue de \$1132 \$/kg: Procaña, 2015).

El análisis de las pérdidas con diferentes combinaciones de tonelaje de caña por hectárea (en adelante TCH) y rendimiento en azúcar (RDTO %) se presenta en el **anexo 2** desde la perspectiva del ingenio y la del proveedor (diferentes modalidades de contrato). Así, en relación con el ingenio se incluye la **tabla A-2.1** y en relación con las pérdidas para el proveedor de caña, las **tablas A-2.2 y A-2.3**. De acuerdo con los datos, en un contrato de pago de 58 kg de azúcar por tonelada de caña cosechada el cultivador puede perder 57 kg/ha por cada unidad porcentual de daño, mientras que en un contrato de pago por rendimiento (50/50) podría perder alrededor de 72 kg/ha (precio del azúcar: 1000 \$/kg).

Efectividad del control biológico y sus costos

Como se mencionó anteriormente, en la actualidad no se dispone de información acerca del nivel de eficacia del control biológico en la reducción del daño por *Diatraea* spp. debido a las limitantes metodológicas para implementar este tipo de experimentación en el campo. Sin embargo, como se dijo, el control biológico de *Diatraea* spp. ha mostrado una efectiva reducción en los niveles de daño cada vez que es implementado en las unidades de producción agrícola administradas por los ingenios azucareros y por los proveedores de caña.

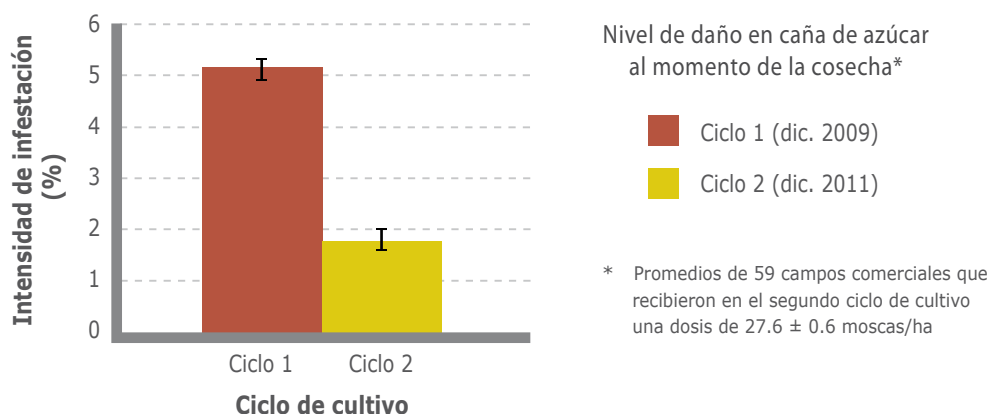
Con el objetivo de estimar la eficiencia de las liberaciones de las moscas taquínidas en la reducción de los niveles de daño por la plaga, Cenicaña obtuvo información de 59 campos comerciales entre 2009 y 2011, con los resultados que se indican en la **figura 4.1** (Vargas y Posada, 2013). Los campos fueron seleccionados para el análisis por cumplir las condiciones siguientes:

- Presentar un nivel de daño inicial de por lo menos el 4% de entrenudos barrenados (en la cosecha: ciclo de cultivo 1, a diciembre de 2009)

Figura 4.1

Seguimiento del daño por *Diatraea* spp. luego de liberar moscas taquínidas

Tomado de: Vargas y Posada, 2013



- Haber sido objeto de un evento de liberación en el ciclo de cultivo siguiente (ciclo 2, a diciembre de 2010) y contar con el registro del número de moscas liberadas
- Conservar el registro del nivel de daño comprobado luego de implementar el programa de control biológico (en la cosecha: ciclo 2, a diciembre de 2011).

Las diferencias entre el nivel inicial de daño ($5.1 \pm 0.2\%$ de entrenudos barrenados en promedio) y el nivel final ($1.8 \pm 0.2\%$) en la figura 4.1 corresponden a una sola liberación de taquínidos (27.6 ± 0.6 moscas/ha en promedio). Se observa que luego de la aplicación de una dosis de moscas se redujo la intensidad de infestación por *Diatraea* spp. en 3.3 ± 0.2 unidades porcentuales [(entrenudos barrenados/entrenudos evaluados) * 100] en promedio, es decir que el nivel de daño disminuyó en 65 ± 3.0 por ciento (62-68%).

De acuerdo con estos resultados, se puede afirmar que una dosis de 27-30 moscas/ha en campos con el 4% de entrenudos barrenados por *Diatraea* puede llegar a controlar la plaga de modo que el nivel de daño final no sea superior a 1.3-1.5% de entrenudos barrenados; es decir, se reduce el daño en 65%.

Con respecto a los costos del control biológico, se sabe que la inversión en un programa de liberación de parasitoides depende del nivel de daño observado en el cultivo. En el **cuadro 4.2.** (adaptado de Bustillo, 2009) se destaca que, aun en el caso de la liberación más intensiva (\$46,950/ha), el costo del control es menor que el valor de la pérdida que podría causarse por cada unidad porcentual de daño que se mantenga en el campo (estimado en \$143,000/ha); en dicho caso, el costo del control es menos de la tercera parte del valor estimado de pérdida (que será evitada mediante las liberaciones programadas). Este costo base del programa de control biológico (\$46,950/ha) representa el 0.75% de los costos directos de producción en cultivos de primer corte (pantilla) y el 1.6% en socas.

Cuadro 4.2

Costo de un programa de control biológico de *Diatraea* spp. de acuerdo con el nivel de daño y las dosis de parasitoides aplicadas por hectárea*

Intensidad de infestación (%)	Número de parasitoides por hectárea y costo de su liberación en pesos por hectárea		Costo total (\$/ha)
LEVE 0.5% a 2.5%	15 parejas de moscas/hectárea	16,350	16,350
ALTA 2.5% a 4%	50 pulgadas ² de <i>Trichogramma</i> /hectárea	14,250	30,600
	15 parejas de moscas/hectárea	16,350	
MUY ALTA >4%	50 pulgadas ² de <i>Trichogramma</i> /hectárea	14,250	46,950
	15 parejas de moscas/hectárea	16,350	
	15 parejas de moscas/hectárea	16,350	

* Precios de referencia: 545 \$/mosca en estado adulto + liberación en el campo; 285 \$/pulgada cuadrada de *T. exiguum* sin emerger el adulto.

Análisis de rentabilidad del control biológico

Si se considera que el efecto de una liberación de taquínidos puede reducir un promedio de 3.3 unidades porcentuales de daño, es dable suponer que por cada liberación se reduzca al menos una unidad porcentual de daño, lo que por su relación beneficio / costo evidencia una clara ventaja económica del control biológico. Esto desde la perspectiva de un ingenio azucarero representa un retorno de 7.7 pesos por cada peso invertido (**cuadro 4.3**); para el caso de proveedores ver anexo 2 (**tablas A-2.4 a 2.7**). El retorno neto para el proveedor puede oscilar entre 2.5 y 3.4 pesos por cada peso invertido (en contratos de 58 kilos de azúcar por tonelada de caña y en contratos de pago por rendimiento, 50/50, respectivamente) (tabla A-2.7). Lo anterior muestra que no existen razones de tipo económico para no incorporar un programa de control biológico como práctica habitual de las labores del cultivo, independientemente de quién lo adopte (ingenio azucarero o proveedor en las diferentes modalidades de contratación), e incluso con niveles de infestación entre 0.5% y 2.5% de entrenudos barrenados.

Con el fin de fijar un criterio de decisión para el manejo de la plaga que considere las pérdidas ocasionadas por los barrenadores y el costo del manejo que busca evitarlas, se puede apelar al umbral de acción sugerido por Cardona (1999), o sea, aquella densidad de la plaga que amerita control, es decir, el nivel de daño a partir del cual el costo de controlarlo es equivalente al beneficio del control.

Un análisis de sensibilidad que contrasta las pérdidas por cada unidad porcentual de daño y el beneficio económico de diferentes programas de liberación (**cuadro 4.4**) nos muestra que aun con niveles bajos de la plaga (como un 0.2% de daño) practicar una liberación tiene un beneficio neto de \$12,250 por hectárea. Los resultados son consistentes con la recomendación de que se programe al menos una liberación de enemigos naturales en todas las suertes como una labor habitual del cultivo, inclusive sin considerar el nivel de daño, por ser *Diatraea* una plaga endémica y recurrente en los campos cultivados con caña de azúcar. En todo caso, la labor de liberación debe considerarse como una acción que busca reducir el daño y para programarla es necesario el muestreo y la evaluación del nivel de daño.

Asimismo, es importante señalar que el parasitismo es un fenómeno dependiente de la densidad poblacional del hospedante, es decir, alcanza niveles altos cuando la densidad poblacional de la plaga es alta, y es bajo cuando la densidad es baja; de acuerdo con lo anterior es posible que el supuesto de este análisis económico en relación con la reducción proporcional del daño por la plaga si se incrementan las liberaciones no siempre sea válido en el campo.

Se ha comprobado que programas de liberaciones más exhaustivos, y por ende más costosos, muestran beneficios netos incluso en campos con niveles bajos de la plaga. Por ejemplo, en campos con un nivel de 0.5% de daño donde se han liberado dos dosis de taquínidos y una de avispias *Trichogramma* se ha reportado un beneficio neto positivo. Desde la perspectiva del agricultor se obtienen beneficios netos positivos con niveles de daño menor de hasta el 1%, aun cuando se aplican las dosis de parasitoides más altas (tres liberaciones de 15 parejas de moscas por hectárea) (ver anexo 2: **tablas A-2.8 y 2.9**).

Cuadro 4.3

Relación beneficio/costo del control biológico aplicado contra *Diatraea* spp.
y desde la perspectiva de un ingenio azucarero

Intensidad de infestación ¹ (%)	Frecuencia de control por dosis ¹ (moscas/ha)	Azúcar "recuperado" ² (kg/ha)	(B) Ingreso bruto adicional ³ (\$/ha)	(C) Costo de insumos (\$/ha)	(B - C) Ingreso neto adicional ⁴ (\$/ha)	(B / C) Relación beneficio/costo ⁴
1	Una liberación por 15 parejas de moscas/ha	143	143,000	16,350	126,650	8.7
2	Dos liberaciones por 15 parejas de moscas/ha	286	286,720	32,700	254,020	8.7
3	Tres liberaciones por 15 parejas de moscas/ha	429	429,000	49,050	379,950	8.7

- Se presume que cada liberación de taquinidos reduce una unidad porcentual de daño; un estimativo conservador en virtud de que una liberación puede llegar a reducir hasta un 65% del nivel de daño (p.e., una intensidad de infestación de 5.1% inicial podría disminuir hasta un 3.3% como consecuencia de una liberación, para un valor final de intensidad de infestación de 1.8%).
- Kilogramos de azúcar por hectárea que se hubieran perdido debido al daño de los barrenadores y que se "recuperan" por efecto del control ejercido por los parasitoides liberados.
- Ingreso bruto adicional (B) correspondiente al valor del azúcar "recuperado" (\$/ha); fue calculado con base en un precio promedio del kilogramo de azúcar de \$1000 (el precio promedio a febrero de 2015 fue de \$1132 \$/kg: Procaña, 2015).
- Ingreso neto adicional (B-C); corresponde al valor del ingreso bruto (B) menos los costos (C)
- La relación beneficio/costo (B/C) de \$8.7 indica que por cada peso invertido en el control biológico se obtiene un beneficio bruto de \$8.7 y un beneficio neto de \$7.7 (\$8.7 - \$1)

Cuadro 4.4

Análisis de sensibilidad del costo de implementación de programas de control biológico con respecto al ingreso neto adicional y desde la perspectiva de un ingenio azucarero

Intensidad de infestación (%)	Ingreso bruto adicional ¹ (\$/ha)	Ingreso neto adicional ² para diferentes programas de liberación (\$/ha)		
		Una liberación de taquinidos (Costo: \$16,350/ha)	Una liberación de taquinidos + una liberación <i>T. exiguum</i> (Costo: \$30,600/ha)	Dos liberaciones de taquinidos + una liberación de <i>T. exiguum</i> (Costo: \$46,950/ha)
0.1	14,300	-2,050	-16,300	-32,650
0.2	28,600	12,250	-2,000	-18,350
0.5	71,500	55,150	40,900	24,550
1.0	143,000	126,650	112,400	96,050

- Se presume que una liberación disminuye al menos una unidad porcentual de intensidad de infestación, que equivale a 143 kg de azúcar por hectárea (\$1000 por kg)
- Ingreso neto adicional: diferencia entre el ingreso bruto adicional dado por la labor de control biológico y el costo del programa de liberaciones.

De acuerdo con lo anterior se puede concluir que el umbral de acción para el manejo de *Diatraea* es muy bajo, es decir, el beneficio del control supera ampliamente el costo de los enemigos naturales y de su liberación, incluso con niveles de daño por debajo del 1% de entrenudos barrenados.

En el presente análisis la magnitud del beneficio obedece al costo de los insumos biológicos y al precio del azúcar, de forma que existe la posibilidad de que este criterio de decisión pueda variar si cambian los índices de los factores.

Ejercicio

Instrucciones para los participantes

Importancia económica de las pérdidas causadas por *Diatraea* spp.



Recurso digital

www.cenicana.org/pat

Objetivo

Al finalizar este ejercicio los participantes estarán en capacidad de estimar, de acuerdo con un nivel de daño dado, las pérdidas causadas por los barrenadores de la caña, *Diatraea* spp.

Este es un ejercicio muy sencillo, en el cual cada participante calcula las pérdidas económicas causadas por la plaga en una finca donde el porcentaje de intensidad de infestación (I.I.) en la cosecha, determinado mediante el muestreo de 100 tallos, señaló que el 4.2% de los entrenudos evaluados estaban barrenados por *Diatraea*. Tiempo: 5 minutos.

1

Siga con atención las orientaciones del facilitador acerca de la fórmula de cálculo que se utiliza para estimar las pérdidas de producción.

$$\text{Pérdidas (\$/ha)} = \text{I.I. (\%)} * \left(\frac{143,000 (\$/\text{ha})}{1 (\%, \text{I.I.})} \right)$$

2

Realice las operaciones para estimar el valor de las pérdidas (I.I.=4.2%). Mire el resumen técnico de la unidad 4, si es el caso.

Pérdidas (\\$/ha) =

Ejercicio

Instrucciones para los participantes

Relación beneficio/costo de un programa de control biológico



Recurso digital

www.cenicana.org/pat

Objetivo

Los participantes adquieren destreza en el análisis económico del control biológico y desarrollan competencias en la programación de las liberaciones de los enemigos naturales con base en criterios agronómicos y económicos.

Este es un ejercicio individual para que el participante practique lo aprendido y adquiera habilidad para elaborar un programa de control biológico y para justificar su pertinencia. Necesita consultar el resumen técnico de la unidad 4 y sus anexos.

Complete los datos en el cuadro para cada porcentaje de intensidad de infestación

Variables	Intensidad de infestación	
	1.5%	4.5%
1 Calcule las pérdidas causadas por <i>Diatraea</i> siguiendo los pasos del ejercicio anterior	Pérdidas (\$/ha)	
2 Indique el número de parasitoides por hectárea de acuerdo con las recomendaciones del cuadro 4.2 (unidad 4 de aprendizaje)	Recomendación de control biológico	
3 Estime el costo de los insumos de acuerdo con las recomendaciones de control biológico y los valores indicados en el cuadro 4.2	Costo de los insumos (\$/ha)	
4 Calcule el beneficio esperado del control biológico presumiendo que una liberación de enemigos naturales reduce una unidad porcentual de intensidad de infestación (cantidad de daño evitado = cantidad kg de azúcar (1000 \$/kg)	Ingreso bruto adicional (\$/ha)	
5 Calcule la diferencia entre el ingreso bruto adicional y el costo de los insumos	Ingreso neto adicional (\$/ha)	
6 Divida el ingreso bruto adicional entre el costo de los insumos del control biológico. Por ejemplo, si el resultado fuera igual a 3, entonces esto significa que por cada peso invertido se recuperan 3, es decir una ganancia neta de \$2	Relación beneficio/costo	

Contenido

- 77** Formulario de registro. Parasitismo en posturas y larvas de *Diatraea* spp.
- 78** Tablas de referencia para el análisis económico del control biológico



Larva sana de *Diatraea* sp.

Anexo 1

Formulario de registro. Parasitismo en posturas y larvas de *Diatraea* spp.

Postura <i>Diatraea</i> (N.º)	Parasitismo
1	
2	
3	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
Total posturas parasitadas	
% parasitismo (N.º posturas/total posturas parasitadas)*100	

Larva <i>Diatraea</i> (N.º)	<i>L. minense</i>	<i>B. claripalpis</i>	<i>G. jaynesi</i>
1			
2			
3			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
Total parasitadas			
% parasitismo por especie (N.ºlarvas/ N.ºlarvas parasitadas por especie)*100			
% parasitismo total (N.ºlarvas/ total larvas parasitadas)*100			

Anexo 2

Tablas de referencia para el análisis económico del control biológico

Tabla A-2.1. Pérdidas expresadas en kilos de azúcar a causa del efecto en TCH (toneladas de caña por hectárea) y en RDTO (porcentaje de rendimiento en azúcar) del ataque de *Diatraea* spp.. Caso: ingenio azucarero.

INGENIO													
Pérdida en kilos de azúcar debido al TCH (recuperación de 0.826%)													
TCH	RENDIMIENTO (%)												
	10.8	10.9	11.0	11.1	11.2	11.3	11.4	11.5	11.6	11.7	11.8	11.9	12.0
115	103	104	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114
116	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115
117	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116
118	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117
119	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118
120	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119
121	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120
122	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121
123	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122
124	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123
125	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124

Pérdida en kilos de azúcar debido al RDTO (recuperación de 0.26%)													
TCH	RENDIMIENTO (%)												
	10.8	10.9	11.0	11.1	11.2	11.3	11.4	11.5	11.6	11.7	11.8	11.9	12.0
115	32	33	33	33	33	34	34	34	35	35	35	36	36
116	33	33	33	33	34	34	34	35	35	35	36	36	36
117	33	33	33	34	34	34	35	35	35	36	36	36	37
118	33	33	34	34	34	35	35	35	36	36	36	37	37
119	33	34	34	34	35	35	35	36	36	36	37	37	37
120	34	34	34	35	35	35	36	36	36	37	37	37	37
121	34	34	35	35	35	36	36	36	36	37	37	37	38
122	34	35	35	35	36	36	36	36	37	37	37	38	38
123	35	35	35	35	36	36	36	37	37	37	38	38	38
124	35	35	35	36	36	36	37	37	37	38	38	38	39
125	35	35	36	36	36	37	37	37	38	38	38	39	39

Continúa

Continuación: Tabla A-2.1

Pérdida en kilos de azúcar debido al TCH y al RDTO (recuperación de 1.086%)													
TCH	RENDIMIENTO (%)												
	10.8	10.9	11.0	11.1	11.2	11.3	11.4	11.5	11.6	11.7	11.8	11.9	12.0
115	135	136	137	139	140	141	142	144	145	146	147	149	150
116	136	137	139	140	141	142	144	145	146	147	149	150	151
117	137	138	140	141	142	144	145	146	147	149	150	151	152
118	138	140	141	142	144	145	146	147	149	150	151	152	154
119	140	141	142	143	145	146	147	149	150	151	152	154	155
120	141	142	143	145	146	147	149	150	151	152	154	155	156
121	142	143	145	146	147	148	150	151	152	154	155	156	158
122	143	144	146	147	148	150	151	152	154	155	156	158	159
123	144	146	147	148	150	151	152	154	155	156	158	159	160
124	145	147	148	149	151	152	154	155	156	158	159	160	162
125	147	148	149	151	152	153	155	156	157	159	160	162	163

Tabla A-2.2. Pérdidas expresadas en kilos de azúcar a causa del efecto en TCH y en RDTO del ataque de *Diatraea* spp.. Caso: cultivador de caña (pago por tonelaje; supuesto: 58 kilos de azúcar por tonelada de caña)

CULTIVADOR (pago por tonelaje; supuesto: 58 kilos de azúcar por tonelada de caña)													
Pérdida en kilos de azúcar debido al TCH (recuperación de 0.826%)													
TCH	RENDIMIENTO (%)												
	10.8	10.9	11.0	11.1	11.2	11.3	11.4	11.5	11.6	11.7	11.8	11.9	12.0
115	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55
116	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56
117	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56
118	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57
119	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57
120	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57
121	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58
122	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58	58
123	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59
124	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59
125	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60

Tabla A-2.3. Pérdidas expresadas en kilos de azúcar a causa del efecto en TCH y en RDTO del ataque de *Diatraea* spp.. Caso: cultivador de caña (pago por rendimiento; supuesto: 50/50).

CULTIVADOR (pago por rendimiento; supuesto: 50/50)													
Pérdida en kilos de azúcar debido al TCH (recuperación de 0.826%)													
TCH	RENDIMIENTO (%)												
	10.8	10.9	11.0	11.1	11.2	11.3	11.4	11.5	11.6	11.7	11.8	11.9	12.0
115	51	52	52	53	53	54	54	55	55	56	56	57	57
116	52	52	53	53	54	54	55	55	56	56	57	57	57
117	52	53	53	54	54	55	55	56	56	57	57	58	58
118	53	53	54	54	55	55	56	56	57	57	58	58	58
119	53	54	54	55	55	56	56	57	57	58	58	58	59
120	54	54	55	55	56	56	56	57	57	58	58	59	59
121	54	54	55	55	56	56	57	57	58	58	59	59	60
122	54	55	55	56	56	57	57	58	58	59	59	60	60
123	55	55	56	56	57	57	58	58	59	59	60	60	61
124	55	56	56	57	57	58	58	59	59	60	60	61	61
125	56	56	57	57	58	58	59	59	60	60	61	61	62
Pérdida en kilos de azúcar debido al RDTO (recuperación de 0.26%)													
TCH	RENDIMIENTO (%)												
	10.8	10.9	11.0	11.1	11.2	11.3	11.4	11.5	11.6	11.7	11.8	11.9	12.0
115	16	16	16	17	17	17	17	17	17	17	18	18	18
116	16	16	17	17	17	17	17	17	17	18	18	18	18
117	16	17	17	17	17	17	17	17	18	18	18	18	18
118	17	17	17	17	17	17	17	18	18	18	18	18	18
119	17	17	17	17	17	17	18	18	18	18	18	18	19
120	17	17	17	17	17	18	18	18	18	18	18	19	19
121	17	17	17	17	18	18	18	18	18	18	19	19	19
122	17	17	17	18	18	18	18	18	18	19	19	19	19
123	17	17	18	18	18	18	18	18	19	19	19	19	19
124	17	18	18	18	18	18	18	19	19	19	19	19	19
125	18	18	18	18	18	18	19	19	19	19	19	19	20
Pérdida en kilos de azúcar debido al TCH y al RDTO (recuperación de 1.086%)													
TCH	RENDIMIENTO (%)												
	10.8	10.9	11.0	11.1	11.2	11.3	11.4	11.5	11.6	11.7	11.8	11.9	12.0
115	67	68	69	69	70	71	71	72	72	73	74	74	75
116	68	69	69	70	71	71	72	72	73	74	74	75	76
117	69	69	70	71	71	72	72	73	74	74	75	76	76
118	69	70	70	71	72	72	73	74	74	75	76	76	77
119	70	70	71	72	72	73	74	74	75	76	76	77	78
120	70	71	72	72	73	74	74	75	76	76	77	78	78
121	71	72	72	73	74	74	75	76	76	77	78	78	79
122	72	72	73	74	74	75	76	76	77	78	78	79	79
123	72	73	73	74	75	75	76	77	77	78	79	79	80
124	73	73	74	75	75	76	77	77	78	79	79	80	81
125	73	74	75	75	76	77	77	78	79	79	80	81	81

Tabla A-2.4. Beneficio bruto e ingreso bruto adicional (en \$/ha) derivados del control biológico de *Diatraea* spp.
Casos: ingenio azucarero y cultivador de caña (dos supuestos de pago de la caña)

Cálculos para intensidad de infestación (I.I.) = 1%													
INGENIO, ingreso bruto adicional (\$/ha)													
TCH	RENDIMIENTO (%)												
	10.8	10.9	11.0	11.1	11.2	11.3	11.4	11.5	11.6	11.7	11.8	11.9	12.0
115	134881	136130	137379	138628	139877	141126	142375	143624	144872	146121	147370	148619	149868
116	136054	137314	138574	139833	141093	142353	143613	144872	146132	147392	148652	149911	151171
117	137227	138498	139768	141039	142309	143580	144851	146121	147392	148663	149933	151204	152474
118	138400	139681	140963	142244	143526	144807	146089	147370	148652	149933	151215	152496	153778
119	139573	140865	142157	143450	144742	146034	147327	148619	149911	151204	152496	153788	155081
120	140746	142049	143352	144655	145958	147262	148565	149868	151171	152474	153778	155081	156384
121	141918	143233	144547	145861	147175	148489	149803	151117	152431	153745	155059	156373	157687
122	143091	144416	145741	147066	148391	149716	151041	152366	153691	155016	156341	157665	158990
123	144264	145600	146936	148272	149607	150943	152279	153615	154950	156286	157622	158958	160294
124	145437	146784	148130	149477	150824	152170	153517	154864	156210	157557	158904	160250	161597
125	146610	147968	149325	150683	152040	153398	154755	156113	157470	158828	160185	161543	162900
126	147783	149151	150520	151888	153256	154625	155993	157361	158730	160098	161466	162835	164203
127	148956	150335	151714	153093	154473	155852	157231	158610	159990	161369	162748	164127	165506
128	150129	151519	152909	154299	155689	157079	158469	159859	161249	162639	164029	165420	166810
129	151302	152702	154103	155504	156905	158306	159707	161108	162509	163910	165311	166712	168113
CULTIVADOR, ingreso bruto adicional (\$/ha) (pago por tonelaje; supuesto: 58 kilos de azúcar por tonelada de caña)													
TCH	RENDIMIENTO (%)												
	10.8	10.9	11.0	11.1	11.2	11.3	11.4	11.5	11.6	11.7	11.8	11.9	12.0
115	55094	55094	55094	55094	55094	55094	55094	55094	55094	55094	55094	55094	55094
116	55573	55573	55573	55573	55573	55573	55573	55573	55573	55573	55573	55573	55573
117	56052	56052	56052	56052	56052	56052	56052	56052	56052	56052	56052	56052	56052
118	56531	56531	56531	56531	56531	56531	56531	56531	56531	56531	56531	56531	56531
119	57011	57011	57011	57011	57011	57011	57011	57011	57011	57011	57011	57011	57011
120	57490	57490	57490	57490	57490	57490	57490	57490	57490	57490	57490	57490	57490
121	57969	57969	57969	57969	57969	57969	57969	57969	57969	57969	57969	57969	57969
122	58448	58448	58448	58448	58448	58448	58448	58448	58448	58448	58448	58448	58448
123	58927	58927	58927	58927	58927	58927	58927	58927	58927	58927	58927	58927	58927
124	59406	59406	59406	59406	59406	59406	59406	59406	59406	59406	59406	59406	59406
125	59885	59885	59885	59885	59885	59885	59885	59885	59885	59885	59885	59885	59885
126	60364	60364	60364	60364	60364	60364	60364	60364	60364	60364	60364	60364	60364
127	60843	60843	60843	60843	60843	60843	60843	60843	60843	60843	60843	60843	60843
128	61322	61322	61322	61322	61322	61322	61322	61322	61322	61322	61322	61322	61322
129	61801	61801	61801	61801	61801	61801	61801	61801	61801	61801	61801	61801	61801
CULTIVADOR, ingreso bruto adicional (\$/ha) (pago por rendimiento; supuesto: 50/50)													
TCH	RENDIMIENTO (%)												
	10.8	10.9	11.0	11.1	11.2	11.3	11.4	11.5	11.6	11.7	11.8	11.9	12.0
115	67441	68065	68690	69314	69938	70563	71187	71812	72436	73061	73685	74310	74934
116	68027	68657	69287	69917	70547	71176	71806	72436	73066	73696	74326	74956	75586
117	68613	69249	69884	70519	71155	71790	72425	73061	73696	74331	74967	75602	76237
118	69200	69841	70481	71122	71763	72404	73044	73685	74326	74967	75607	76248	76889
119	69786	70433	71079	71725	72371	73017	73663	74310	74956	75602	76248	76894	77540
120	70373	71024	71676	72328	72979	73631	74282	74934	75586	76237	76889	77540	78192
121	70959	71616	72273	72930	73587	74244	74901	75558	76215	76873	77530	78187	78844
122	71546	72208	72871	73533	74196	74858	75520	76183	76845	77508	78170	78833	79495
123	72132	72800	73468	74136	74804	75472	76139	76807	77475	78143	78811	79479	80147
124	72719	73392	74065	74739	75412	76085	76758	77432	78105	78778	79452	80125	80798
125	73305	73984	74663	75341	76020	76699	77378	78056	78735	79414	80093	80771	81450

Consideraciones: Pérdida porcentual de tonelaje de azúcar por hectárea (TAH) debido a TCH: 0.826%; Pérdida porcentual en TAH debido a RDTO: 0.260%. Pérdida porcentual en TAH total: 1.086%; Precio del azúcar (\$/kilo): \$1000. Se supone que una liberación de taquínidos reduce una unidad porcentual de daño (I.I.%)

Tabla A-2.5. Beneficio neto e ingreso neto adicional (en \$/ha) derivados del control biológico de *Diatraea* spp.
Casos: ingenio azucarero y cultivador de caña (dos supuestos de pago de la caña)

Cálculos para intensidad de infestación (I.I.) = 1%													
INGENIO, ingreso neto adicional (\$/ha)													
TCH	RENDIMIENTO (%)												
	10.8	10.9	11.0	11.1	11.2	11.3	11.4	11.5	11.6	11.7	11.8	11.9	12.0
115	118531	119780	121029	122278	123527	124776	126025	127274	128522	129771	131020	132269	133518
116	119704	120964	122224	123483	124743	126003	127263	128522	129782	131042	132302	133561	134821
117	120877	122148	123418	124689	125959	127230	128501	129771	131042	132313	133583	134854	136124
118	122050	123331	124613	125894	127176	128457	129739	131020	132302	133583	134865	136146	137428
119	123223	124515	125807	127100	128392	129684	130977	132269	133561	134854	136146	137438	138731
120	124396	125699	127002	128305	129608	130912	132215	133518	134821	136124	137428	138731	140034
121	125568	126883	128197	129511	130825	132139	133453	134767	136081	137395	138709	140023	141337
122	126741	128066	129391	130716	132041	133366	134691	136016	137341	138666	139991	141315	142640
123	127914	129250	130586	131922	133257	134593	135929	137265	138600	139936	141272	142608	143944
124	129087	130434	131780	133127	134474	135820	137167	138514	139860	141207	142554	143900	145247
125	130260	131618	132975	134333	135690	137048	138405	139763	141120	142478	143835	145193	146550
126	131433	132801	134170	135538	136906	138275	139643	141011	142380	143748	145116	146485	147853
127	132606	133985	135364	136743	138123	139502	140881	142260	143640	145019	146398	147777	149156
128	133779	135169	136559	137949	139339	140729	142119	143509	144899	146289	147679	149070	150460
129	134952	136352	137753	139154	140555	141956	143357	144758	146159	147560	148961	150362	151763
CULTIVADOR, ingreso neto adicional (\$/ha) (pago por tonelaje; supuesto: 58 kilos de azúcar por tonelada de caña)													
TCH	RENDIMIENTO (%)												
	10.8	10.9	11.0	11.1	11.2	11.3	11.4	11.5	11.6	11.7	11.8	11.9	12.0
115	38744	38744	38744	38744	38744	38744	38744	38744	38744	38744	38744	38744	38744
116	39223	39223	39223	39223	39223	39223	39223	39223	39223	39223	39223	39223	39223
117	39702	39702	39702	39702	39702	39702	39702	39702	39702	39702	39702	39702	39702
118	40181	40181	40181	40181	40181	40181	40181	40181	40181	40181	40181	40181	40181
119	40661	40661	40661	40661	40661	40661	40661	40661	40661	40661	40661	40661	40661
120	41140	41140	41140	41140	41140	41140	41140	41140	41140	41140	41140	41140	41140
121	41619	41619	41619	41619	41619	41619	41619	41619	41619	41619	41619	41619	41619
122	42098	42098	42098	42098	42098	42098	42098	42098	42098	42098	42098	42098	42098
123	42577	42577	42577	42577	42577	42577	42577	42577	42577	42577	42577	42577	42577
124	43056	43056	43056	43056	43056	43056	43056	43056	43056	43056	43056	43056	43056
125	43535	43535	43535	43535	43535	43535	43535	43535	43535	43535	43535	43535	43535
126	44014	44014	44014	44014	44014	44014	44014	44014	44014	44014	44014	44014	44014
127	44493	44493	44493	44493	44493	44493	44493	44493	44493	44493	44493	44493	44493
128	44972	44972	44972	44972	44972	44972	44972	44972	44972	44972	44972	44972	44972
129	45451	45451	45451	45451	45451	45451	45451	45451	45451	45451	45451	45451	45451
CULTIVADOR, ingreso neto adicional (pago por rendimiento; supuesto: 50/50)													
TCH	RENDIMIENTO (%)												
	10.8	10.9	11.0	11.1	11.2	11.3	11.4	11.5	11.6	11.7	11.8	11.9	12.0
115	51091	51715	52340	52964	53588	54213	54837	55462	56086	56711	57335	57960	58584
116	51677	52307	52937	53567	54197	54826	55456	56086	56716	57346	57976	58606	59236
117	52263	52899	53534	54169	54805	55440	56075	56711	57346	57981	58617	59252	59887
118	52850	53491	54131	54772	55413	56054	56694	57335	57976	58617	59257	59898	60539
119	53436	54083	54729	55375	56021	56667	57313	57960	58606	59252	59898	60544	61190
120	54023	54674	55326	55978	56629	57281	57932	58584	59236	59887	60539	61190	61842
121	54609	55266	55923	56580	57237	57894	58551	59208	59865	60523	61180	61837	62494
122	55196	55858	56521	57183	57846	58508	59170	59833	60495	61158	61820	62483	63145
123	55782	56450	57118	57786	58454	59122	59789	60457	61125	61793	62461	63129	63797
124	56369	57042	57715	58389	59062	59735	60408	61082	61755	62428	63102	63775	64448
125	56955	57634	58313	58991	59670	60349	61028	61706	62385	63064	63743	64421	65100

Consideraciones: **Pérdida porcentual de tonelaje de azúcar por hectárea (TAH) debido a TCH:** 0.826%; **Pérdida porcentual en TAH debido a RDT0:** 0.260%. **Pérdida porcentual en TAH total:** 1.086%; **Precio del azúcar (\$/kilo):** \$1000. Se supone que una liberación de taquínidos reduce una unidad porcentual de daño (I.I.%)

Tabla A-2.6. Relación bruta beneficio/costo derivada del control biológico de *Diatraea* spp.
Casos: ingenio azucarero y cultivador de caña (dos supuestos de pago de la caña)

Cálculos para intensidad de infestación (I.I.) = 1%													
INGENIO, relación bruta beneficio/costo													
TCH	RENDIMIENTO (%)												
	10.8	10.9	11.0	11.1	11.2	11.3	11.4	11.5	11.6	11.7	11.8	11.9	12.0
115	8.2	8.3	8.4	8.5	8.6	8.6	8.7	8.8	8.9	8.9	9.0	9.1	9.2
116	8.3	8.4	8.5	8.6	8.6	8.7	8.8	8.9	8.9	9.0	9.1	9.2	9.2
117	8.4	8.5	8.5	8.6	8.7	8.8	8.9	8.9	9.0	9.1	9.2	9.2	9.3
118	8.5	8.5	8.6	8.7	8.8	8.9	8.9	9.0	9.1	9.2	9.2	9.3	9.4
119	8.5	8.6	8.7	8.8	8.9	8.9	9.0	9.1	9.2	9.2	9.3	9.4	9.5
120	8.6	8.7	8.8	8.8	8.9	9.0	9.1	9.2	9.2	9.3	9.4	9.5	9.6
121	8.7	8.8	8.8	8.9	9.0	9.1	9.2	9.2	9.3	9.4	9.5	9.6	9.6
122	8.8	8.8	8.9	9.0	9.1	9.2	9.2	9.3	9.4	9.5	9.6	9.6	9.7
123	8.8	8.9	9.0	9.1	9.2	9.2	9.3	9.4	9.5	9.6	9.6	9.7	9.8
124	8.9	9.0	9.1	9.1	9.2	9.3	9.4	9.5	9.6	9.6	9.7	9.8	9.9
125	9.0	9.1	9.1	9.2	9.3	9.4	9.5	9.5	9.6	9.7	9.8	9.9	10.0
126	9.0	9.1	9.2	9.3	9.4	9.5	9.5	9.6	9.7	9.8	9.9	10.0	10.0
127	9.1	9.2	9.3	9.4	9.4	9.5	9.6	9.7	9.8	9.9	10.0	10.0	10.1
128	9.2	9.3	9.4	9.4	9.5	9.6	9.7	9.8	9.9	9.9	10.0	10.1	10.2
129	9.3	9.3	9.4	9.5	9.6	9.7	9.8	9.9	9.9	10.0	10.1	10.2	10.3
CULTIVADOR, relación bruta beneficio/costo (pago por tonelaje; supuesto: 58 kilos de azúcar por tonelada de caña)													
TCH	RENDIMIENTO (%)												
	10.8	10.9	11.0	11.1	11.2	11.3	11.4	11.5	11.6	11.7	11.8	11.9	12.0
115	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4
116	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4
117	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4
118	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5
119	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5
120	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5
121	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5
122	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6
123	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6
124	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6
125	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7
126	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7
127	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7
128	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8
CULTIVADOR, relación bruta beneficio/costo (pago por rendimiento; supuesto: 50/50)													
TCH	RENDIMIENTO (%)												
	10.8	10.9	11.0	11.1	11.2	11.3	11.4	11.5	11.6	11.7	11.8	11.9	12.0
115	4.1	4.2	4.2	4.2	4.3	4.3	4.4	4.4	4.4	4.5	4.5	4.5	4.6
116	4.2	4.2	4.2	4.3	4.3	4.4	4.4	4.4	4.5	4.5	4.5	4.6	4.6
117	4.2	4.2	4.3	4.3	4.4	4.4	4.4	4.5	4.5	4.5	4.6	4.6	4.7
118	4.2	4.3	4.3	4.3	4.4	4.4	4.5	4.5	4.5	4.6	4.6	4.7	4.7
119	4.3	4.3	4.3	4.4	4.4	4.5	4.5	4.5	4.6	4.6	4.7	4.7	4.7
120	4.3	4.3	4.4	4.4	4.5	4.5	4.5	4.6	4.6	4.7	4.7	4.7	4.8
121	4.3	4.4	4.4	4.5	4.5	4.5	4.6	4.6	4.7	4.7	4.7	4.8	4.8
122	4.4	4.4	4.5	4.5	4.5	4.6	4.6	4.7	4.7	4.7	4.8	4.8	4.9
123	4.4	4.5	4.5	4.5	4.6	4.6	4.7	4.7	4.7	4.8	4.8	4.9	4.9
124	4.4	4.5	4.5	4.6	4.6	4.7	4.7	4.7	4.8	4.8	4.9	4.9	4.9
125	4.5	4.5	4.6	4.6	4.6	4.7	4.7	4.8	4.8	4.9	4.9	4.9	5.0

La relación bruta beneficio / costo (B/C) de \$8.8 en el escenario ingenio indica que por cada peso invertido se obtiene un beneficio bruto de \$8.8.

Tabla A-2.7. Relación neta beneficio/costo derivada del control biológico de *Diatraea* spp.
Casos: ingenio azucarero y cultivador de caña (dos supuestos de pago de la caña)

Cálculos para intensidad de infestación (I.I.) = 1%													
INGENIO, relación neta beneficio/costo													
TCH	RENDIMIENTO (%)												
	10.8	10.9	11.0	11.1	11.2	11.3	11.4	11.5	11.6	11.7	11.8	11.9	12.0
115	7.2	7.3	7.4	7.5	7.6	7.6	7.7	7.8	7.9	7.9	8.0	8.1	8.2
116	7.3	7.4	7.5	7.6	7.6	7.7	7.8	7.9	7.9	8.0	8.1	8.2	8.2
117	7.4	7.5	7.5	7.6	7.7	7.8	7.9	7.9	8.0	8.1	8.2	8.2	8.3
118	7.5	7.5	7.6	7.7	7.8	7.9	7.9	8.0	8.1	8.2	8.2	8.3	8.4
119	7.5	7.6	7.7	7.8	7.9	7.9	8.0	8.1	8.2	8.2	8.3	8.4	8.5
120	7.6	7.7	7.8	7.8	7.9	8.0	8.1	8.2	8.2	8.3	8.4	8.5	8.6
121	7.7	7.8	7.8	7.9	8.0	8.1	8.2	8.2	8.3	8.4	8.5	8.6	8.6
122	7.8	7.8	7.9	8.0	8.1	8.2	8.2	8.3	8.4	8.5	8.6	8.6	8.7
123	7.8	7.9	8.0	8.1	8.2	8.2	8.3	8.4	8.5	8.6	8.6	8.7	8.8
124	7.9	8.0	8.1	8.1	8.2	8.3	8.4	8.5	8.6	8.6	8.7	8.8	8.9
125	8.0	8.1	8.1	8.2	8.3	8.4	8.5	8.5	8.6	8.7	8.8	8.9	9.0
126	8.0	8.1	8.2	8.3	8.4	8.5	8.5	8.6	8.7	8.8	8.9	9.0	9.0
127	8.1	8.2	8.3	8.4	8.4	8.5	8.6	8.7	8.8	8.9	9.0	9.0	9.1
128	8.2	8.3	8.4	8.4	8.5	8.6	8.7	8.8	8.9	8.9	9.0	9.1	9.2
129	8.3	8.3	8.4	8.5	8.6	8.7	8.8	8.9	8.9	9.0	9.1	9.2	9.3
CULTIVADOR, relación neta beneficio/costo (pago por tonelaje; supuesto: 58 kilos de azúcar por tonelada de caña)													
TCH	RENDIMIENTO (%)												
	10.8	10.9	11.0	11.1	11.2	11.3	11.4	11.5	11.6	11.7	11.8	11.9	12.0
115	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4
116	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4
117	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4
118	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
119	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
120	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
121	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
122	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6
123	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6
124	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6
125	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7
126	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7
127	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7
128	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8
129	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8
CULTIVADOR, relación neta beneficio/costo (pago por rendimiento; supuesto: 50/50)													
TCH	RENDIMIENTO (%)												
	10.8	10.9	11.0	11.1	11.2	11.3	11.4	11.5	11.6	11.7	11.8	11.9	12.0
115	3.1	3.2	3.2	3.2	3.3	3.3	3.4	3.4	3.4	3.5	3.5	3.5	3.6
116	3.2	3.2	3.2	3.3	3.3	3.4	3.4	3.4	3.5	3.5	3.5	3.6	3.6
117	3.2	3.2	3.3	3.3	3.4	3.4	3.4	3.5	3.5	3.5	3.6	3.6	3.7
118	3.2	3.3	3.3	3.3	3.4	3.4	3.5	3.5	3.5	3.6	3.6	3.7	3.7
119	3.3	3.3	3.3	3.4	3.4	3.5	3.5	3.5	3.6	3.6	3.7	3.7	3.7
120	3.3	3.3	3.4	3.4	3.5	3.5	3.5	3.6	3.6	3.7	3.7	3.7	3.8
121	3.3	3.4	3.4	3.5	3.5	3.5	3.6	3.6	3.7	3.7	3.7	3.8	3.8
122	3.4	3.4	3.5	3.5	3.5	3.6	3.6	3.7	3.7	3.7	3.8	3.8	3.9
123	3.4	3.5	3.5	3.5	3.6	3.6	3.7	3.7	3.7	3.8	3.8	3.9	3.9
124	3.4	3.5	3.5	3.6	3.6	3.7	3.7	3.7	3.8	3.8	3.9	3.9	3.9
125	3.5	3.5	3.6	3.6	3.6	3.7	3.7	3.8	3.8	3.9	3.9	3.9	4.0

La relación neta beneficio/costo (B/C) de \$7.8 (\$8.8 - \$1) en el escenario ingenio indica que el beneficio neto en términos de su valor actual es de \$7.8.

Tabla A-2.8. Análisis de sensibilidad del costo de implementar tres programas de control biológico con respecto al beneficio neto (beneficio – costo).

Caso: cultivador de caña (pago por tonelaje; supuesto: 58 kilos de azúcar por tonelada de caña).

Intensidad de infestación (%)	Beneficio esperado ¹ (\$/ha)	Beneficio neto esperado ² con diferentes programas de liberación (\$/ha)		
		Una liberación de taquínidos (Costo: \$16,350/ha)	Una liberación de taquínidos + una liberación de <i>T. exiguum</i> (Costo: \$30,600/ha)	Dos liberaciones de taquínidos + una liberación de <i>T. exiguum</i> (Costo: \$46,950/ha)
0.1	5,749	-10,601	-24,851	-41,201
0.2	11,498	-4,852	-19,102	-35,452
0.5	28,750	12,400	-1,850	-18,200
1.0	57,490	41,140	26,890	10,540

1. Suponiendo que una liberación disminuye al menos una unidad porcentual de intensidad de infestación, que equivale a 57.49 kg de azúcar a \$1000 pesos por kg.
2. Beneficio neto: diferencia entre el beneficio esperado de la labor del control biológico y el costo del programa de liberaciones, de acuerdo con el Cuadro 4.3 (unidad de aprendizaje 4)

Tabla A-2.9. Análisis de sensibilidad del costo de implementar tres programas de control biológico con respecto al beneficio neto (beneficio – costo).

Caso: cultivador de caña (pago por rendimiento; supuesto: 50/50).

Intensidad de infestación (%)	Beneficio esperado ¹ (\$/ha)	Beneficio neto esperado ² con diferentes programas de liberación (\$/ha)		
		Una liberación de taquínidos (Costo: \$16,350/ha)	Una liberación de taquínidos + una liberación de <i>T. exiguum</i> (Costo: \$30,600/ha)	Dos liberaciones de taquínidos + una liberación de <i>T. exiguum</i> (Costo: \$46,950/ha)
0.1	7,167	-9,183	-23,433	-39,783
0.2	14,335	-2,015	-16,265	-32,615
0.5	35,838	19,488	5,238	-11,112
1.0	71,676	55,326	41,076	24,726

1. Suponiendo que una liberación disminuye al menos una unidad porcentual de intensidad de infestación, que equivale a 71.6 kg de azúcar a \$1,000 pesos por kg.
2. Beneficio neto: diferencia entre el beneficio esperado de la labor del control biológico y el costo del programa de liberaciones, de acuerdo con el Cuadro 4.3 (unidad de aprendizaje 4)

Contenido

- 87** Recursos didácticos en www.cenicana.org/pat
- 88** Autoevaluación final
- 91** Evaluación de la capacitación



Larva de *Diatraea* sp. parasitada por taquínido

Recursos didácticos en www.cenicana.org/pat



La colección de materiales para la transferencia de tecnología en la agroindustria de la caña de azúcar es una herramienta de apoyo metodológico para los facilitadores de la capacitación en el Programa de Aprendizaje y Asistencia Técnica, PAT.

Los facilitadores encuentran los materiales agrupados en las dos series temáticas de la colección: sistema de producción agrícola y sistema de producción industrial. Cada serie contiene las guías metodológicas disponibles para llevar a cabo la planificación de las capacitaciones previstas en el PAT, así como las actividades pedagógicas.

Las ayudas didácticas en cada tema del PAT se hallan ordenadas de un modo práctico, de fácil acceso, con lo cual se espera motivar a los facilitadores a usar los recursos digitales dispuestos en el sitio web de Cenicaña y, principalmente, a complementarlos con sus aportes y con nuevos materiales. Documentos, presentaciones con diapositivas, videos, fotografías, ilustraciones, infografías y materiales de trabajo para la celebración de prácticas y ejercicios hacen parte de esta colección. Bienvenido. El reto de la gestión del conocimiento es ahora.

Para solicitar la contraseña personal de acceso al sitio web ingrese a www.cenicana.org/hoja_registro_pag.php

Una vez registrado en la base de datos puede consultar, copiar, reproducir e imprimir las ayudas didácticas



Recurso Digital

www.cenicana.org/pat

Autoevaluación final

Evaluación del daño de los barrenadores de la caña: *Diatraea* spp. y su control

Apreciado participante: el siguiente cuestionario ha sido elaborado con el fin de medir el grado de aprovechamiento de la capacitación acerca de la tecnología de evaluación y control de los barrenadores, *Diatraea* spp. No tiene carácter calificativo ni es necesario que escriba su nombre.

Instrucciones: la autoevaluación no tiene carácter calificativo. Cada pregunta del cuestionario tiene una respuesta única: marque con 'X' la opción que considere correcta en cada caso. Registre los datos en la hoja de respuestas y espere las indicaciones del facilitador para continuar. El tiempo para responder son 15 minutos.

1) Con respecto a la evaluación del daño de los barrenadores, se recomienda que el muestreo sea se haga:

- A. ☐ Cerca de los seis meses de edad del cultivo, ya que permite programar el control biológico con anticipación a la cosecha y así disminuir el daño.
- B. ☐ Cuando se empieza a ver el síntoma de "corazones muertos" en el cultivo.
- C. ☐ Solo si los niveles de daño por *Diatraea* en el ciclo de cultivo anterior fueron superiores al 5% de entrenudos barrenados.
- D. ☐ Al momento de la cosecha, ya que incrementa la confiabilidad y eficiencia del muestreo.

2) La observación del daño por *Diatraea* algunas veces presenta dificultades, ya que puede llegar a confundirse con el de los siguientes insectos plaga de la caña:

- A. ☐ El barrenador menor *Blastobasis*, el gusano taladrador *Caligo* y el salivazo de la caña.
- B. ☐ Los picudos de la semilla *Rynchophorus* y *Metamasius*, y el muermo rojo *Colletotrichum falcatum*.
- C. ☐ El barrenador menor *Blastobasis* y los picudos de la semilla *Rynchophorus* y *Metamasius*.
- D. ☐ El muermo rojo *Colletotrichum falcatum* y el barrenador menor *Blastobasis*.

- 3) **De acuerdo con las recomendaciones de Cenicaña, el muestreo del daño por *Diatraea* se puede hacer tomando al azar:**
- A. ☐ 120 tallos por suerte, que distribuidos de forma uniforme sean una representación de toda el área evaluada.
 - B. ☐ 100 tallos por suerte, que distribuidos de forma uniforme sean una representación de toda el área evaluada.
 - C. ☐ 100 tallos por hectárea, que distribuidos de forma uniforme sean una representación de toda el área evaluada.
 - D. ☐ 100 tallos por suerte, que tomados sólo de las chorras internas del lote sean una representación de toda el área evaluada.
- 4) **La medida de daño más utilizada en la evaluación de los barrenadores se conoce como:**
- A. ☐ Intensidad de daño, que indica el porcentaje de tallos barrenados.
 - B. ☐ Porcentaje de infestación, que indica el porcentaje de larvas por entrenudo.
 - C. ☐ Porcentaje de "corazones muertos", que indica el porcentaje de tallos muertos.
 - D. ☐ Intensidad de infestación, que indica el porcentaje de entrenudos barrenados.
- 5) **El cálculo del porcentaje de entrenudos barrenados parte de dos variables medidas en el campo:**
- A. ☐ El número total de tallos y el número de tallos atacados por *Diatraea*.
 - B. ☐ El número de entrenudos sanos y el número de entrenudos con daño por *Diatraea*.
 - C. ☐ El número de entrenudos totales y el número de entrenudos barrenados por *Diatraea*.
 - D. ☐ El número de entrenudos afectados por una sola larva de *Diatraea* y el número de entrenudos totales.
- 6) **Para el control de *Diatraea* spp. en el valle del río Cauca se recomienda un manejo integrado que involucra los siguientes componentes:**
- A. ☐ El control biológico cuando los niveles de daño están entre medianos y bajos, y la aplicación de insecticidas químicos selectivos en caso de niveles más altos.
 - B. ☐ La liberación de avispas *Trichogramma*, que atacan el estado de huevo de los barrenadores; y de moscas taquínidas, que atacan el estado de larva de la plaga.
 - C. ☐ La utilización de insecticidas microbiológicos (*Bacillus thuringiensis*) y de enemigos naturales como las avispas *Trichogramma* y las moscas taquínidas.
 - D. ☐ La labor de riego y fertilización, con el objeto de ayudar al macollamiento luego de un ataque de "corazones muertos", y la utilización de insecticidas microbiológicos (*Bacillus thuringiensis*).

7) En el control biológico de *Diatraea* spp., utilizando las avispitas *Trichogramma*, antes de realizar la compra el usuario se debe asegurar de que:

- A. ☐ Las avispitas fueron mantenidas en *Sitotroga cerealella*.
- B. ☐ La especie está debidamente identificada como *T. exiguum*.
- C. ☐ Las avispitas a liberar ya emergieron.
- D. ☐ La especie está debidamente identificada como *T. pretiosum*.

8) En la liberación de los enemigos naturales de *Diatraea* spp. es recomendable:

- A. ☐ Liberar los insectos emergidos y activos, asegurándose de distribuirlos bien en el campo.
- B. ☐ Dejar en el centro del campo los puparios de moscas y las pulgadas cuadradas de *Trichogramma*.
- C. ☐ Liberar las moscas y avispas emergidas en un solo lado de la suerte, de tal forma que ellas mismas puedan cubrir el resto del área.
- D. ☐ Distribuir los puparios de moscas en el campo y las pulgadas cuadradas de *Trichogramma* antes de que comiencen a emerger los primeros adultos.

9) De acuerdo con lo que representa porcentualmente el control biológico de *Diatraea* spp. en los costos de producción del cultivo se puede afirmar que:

- A. ☐ Representa un 30% de los costos de producción, por lo que su uso está justificado sólo en niveles intermedios y altos de la plaga (4% de daño en adelante).
- B. ☐ Representa bajos costos del insumo pero altos requerimientos de mano de obra, por lo que sólo es recomendado cuando los niveles de daño están por encima del 4%.
- C. ☐ Representa menos de un 2% de los costos de producción, por lo que su uso está justificado aun en niveles bajos de daño de la plaga.
- D. ☐ A pesar de su alta incidencia en los costos del cultivo, su alta eficiencia conlleva una buena relación beneficio / costo para el agricultor.

10) De acuerdo con el análisis económico, el control biológico trae ventajas para los ingenios y, ¿para los agricultores?:

- A. ☐ Agricultores: sólo en el caso de una contratación por tonelaje.
- B. ☐ Agricultores: sólo en el caso de una contratación por rendimiento.
- C. ☐ Agricultores: sólo si los niveles de daño están por encima del 4%.
- D. ☐ Agricultores: tanto en la contratación por tonelaje como por rendimiento.

Orientaciones para el facilitador

Realice una dinámica de retroinformación para analizar las respuestas correctas

* Respuestas correctas a la Autoevaluación final de conocimientos: 1=D; 2=C; 3=B; 4=D; 5=C; 6=B; 7=B; 8=A; 9=C; 10=D

Evaluación de la capacitación

Apreciado participante: al finalizar la capacitación en la tecnología de evaluación y control de *Diatraea* spp. deseamos conocer sus opiniones sobre diversos aspectos del proceso pedagógico. Para responder las preguntas de cada sección, por favor marque "X" en la casilla que mejor exprese su opinión personal, de acuerdo con la siguiente escala de evaluación:

0	1	2	3	NA
Inadecuado, muy deficiente	Regular, deficiente	Bueno, aceptable	Muy bueno, satisfactorio	No aplica

Logro de objetivos y satisfacción de expectativas

En qué medida cree que la capacitación le sirvió para lograr los siguientes objetivos generales:	0	1	2	3	NA
• Discriminar el daño causado por <i>Diatraea</i> spp. del causado por otros insectos, con base en las características particulares de los tipos de daño.					
• Realizar el muestreo de los barrenadores de acuerdo con las recomendaciones de Cenicaña.					
• Estimar el nivel de infestación de acuerdo con la función establecida y calcular su impacto económico en la producción.					
• Reconocer las medidas de control para el manejo de <i>Diatraea</i> spp. ofrecidas por diferentes laboratorios comerciales.					
• Aplicar las medidas de control de acuerdo con el nivel de daño observado y las recomendaciones de Cenicaña.					
• Estimar la relación beneficio/costo de las medidas de control biológico de <i>Diatraea</i> spp.					
En qué medida cree que la capacitación le sirvió para llenar los vacíos de conocimiento que usted tenía antes del evento:	0	1	2	3	NA
• Los temas técnicos tratados en la capacitación llenaron mis necesidades actuales de conocimiento					
Cuál es su opinión acerca de las estrategias pedagógicas empleadas en la capacitación:					
• Exposiciones hechas por los facilitadores					
• Trabajos en grupo					
• Materiales didácticos que usted recibió durante la capacitación					
• Ejercicios y prácticas de campo en los que participó					
• Recursos de personal, herramientas, equipos e insumos que estuvieron disponibles en los ejercicios y las prácticas de campo					
• Tiempo dedicado a las distintas actividades de aprendizaje. En general, fue suficiente para lograr los objetivos de aprendizaje					

Desempeño de los facilitadores



Cómo considera usted que fue el desempeño del facilitador en los aspectos siguientes:	0	1	2	3	NA
• Organización y claridad					
• Presentó y explicó los objetivos de la capacitación					
• Explicó el procedimiento para realizar las actividades (ejercicios, prácticas)					
• Tuvo listos los materiales, herramientas, ayudas y equipos					
• Respetó el tiempo previsto					
• Entregó el material de capacitación y explicó cómo usarlo					
Manejo del contenido					
• Respondió las preguntas de los participantes con propiedad					
• Relacionó los temas teóricos con su aplicación práctica					
• Proporcionó ejemplos para ilustrar los temas expuestos					
Habilidades de interacción					
• Estableció comunicación verbal y no verbal, en forma permanente, con los participantes					
• Mantuvo la motivación de los participantes durante la capacitación					
• Formuló preguntas a los participantes					
• Invitó a los participantes para que formularan preguntas					
• Proporcionó información de retorno inmediata a los participantes durante exposiciones, ejercicios y prácticas.					
Dirección de los ejercicios y las prácticas de campo					
• Aclaró los objetivos de los ejercicios y prácticas					
• Seleccionó y acondicionó el sitio adecuado para las prácticas					
• Organizó a los participantes de manera que todos pudieran participar					
• Explicó y demostró la manera de realizar las prácticas					
• Tuvo a su disposición los materiales demostrativos y/o los equipos necesarios para realizar las prácticas					

Continúa

Calidad de los materiales de capacitación

Cuál es su opinión acerca de los materiales de capacitación que recibió en las distintas etapas del proceso de aprendizaje:	0	1	2	3	NA
Contenido técnico					
• El contenido está dividido en segmentos que siguen una secuencia ordenada y clara					
• El contenido se presenta de manera objetiva: respeta principios y métodos comúnmente aceptados en la práctica					
• El contenido es fácil de leer y comprender					
Contenido didáctico					
• Los objetivos de las actividades de aprendizaje están claramente establecidos					
• Las estructuras de aprendizaje ayudan a que el participante entienda cada componente presentado					
• Las preguntas al iniciar cada unidad orientan a los participantes acerca del tema por desarrollar					
• Los ejercicios y prácticas realmente ayudan a desarrollar las capacidades necesarias para usar la tecnología presentada					
Diseño visual y presentación					
• El tamaño y tipo de las letras hace el texto fácil de leer					
• Las figuras y cuadros son fáciles de entender					
• Las ilustraciones facilitan la comprensión del texto escrito					
Recursos digitales asociados					
• La versión digital de los materiales de capacitación se encuentra disponible					
• Es fácil ubicar el material requerido por los participantes para la celebración de ejercicios y prácticas					
• Los materiales se pueden consultar y descargar rápidamente					

Día Mes Año

Gracias por participar en esta evaluación, sus opiniones nos ayudan a mejorar la capacitación.

Referencias bibliográficas

- Bennett, F.D. 1969. Tachinid flies as biological control agents for sugarcane moth borers, pp. 117-147. In J.R. Williams J.R. Metcalfe R. W. Mungomery and R. Mathes (eds.), Pests of Sugar Cane. Elsevier, Amsterdam, The Netherlands.
- Bustillo, A. E. 2009. Acciones para reducir las poblaciones de *Diatraea*. Disponible en (http://www.cenicana.org/publicaciones/carta_trimestral/ct2009/ct3y4_09/ct3y4_09_p10-15.php) Consultado el día 10-08-12.
- Bustillo, A. E. 2011. Parasitoides, predadores y entomopatógenos que afectan las plagas de la caña de azúcar en Colombia. Disponible en (http://www.cenicana.org/publicaciones/carta_trimestral/ct2010/ct3y4_10/ct3y4_10_plagas.php) Consultado el día 2-15-2013.
- Bustillo, A. E. 2013. Insectos Plaga y Organismos Benéficos del Cultivo de la Caña de Azúcar en Colombia, Cali, Cenicaña. p. 14 – 27.
- Cárdenas D., L. 1984. Observaciones preliminares sobre el barrenador menor de la caña de azúcar *Valentinia* sp. (Lepidoptera: Blastobasidae). En: Buenaventura O. C. E. (ed.). Memorias del I Congreso de la Sociedad Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar. Cali. Tomo 1. pp. 133-143.
- Cardona, C. 1999. Entomología económica y manejo de plagas. Universidad Nacional de Colombia, Palmira. 99 p.
- Colazza, S., Peri, E., Salerno, G., and E. Conti. 2010. Host searching by egg parasitoids: exploitation of host chemical cues, pp. 97-148. In: Consoli, F.L.; Parra, J., and Zucchi, R.A. (eds.). Egg parasitoids in agroecosystems with emphasis on *Trichogramma*. Springer, New York. 479 p.
- García, V.M.; González, A.; Gómez, L.A. y Palma, A.E. 2006. Nuevos elementos para la determinación del daño por *Diatraea* spp. en caña de azúcar, pp. 179-189. En: memorias VII Congreso de la Asociación de Técnicos de la Caña de Azúcar de Colombia, Tecnicaña, 6-8 septiembre, Cali, Colombia. Tecnicaña, Cali, Colombia.
- Gaviria, J. 1998. Problemas entomológicos en caña de azúcar en Colombia. En: Caña, azúcar y panela con el mejor entorno ambiental. Homenaje 21 años de Cenicaña (1997 – 1998). Cali, Cenicaña. p. 46-63.
- Geetha, N. and R. Balakrishnan. 2010. Dispersal pattern of *Trichogramma chilonis* Ishii in sugarcane field. Journal of Biological Control. 24: 1-7.
- Gómez, L.A. y Moreno, C.A. 1987. Muestreo secuencial del daño causado por *Diatraea saccharalis* en caña de azúcar, pp. 271-283. En: memorias II Congreso de la Asociación de Técnicos de la Caña de Azúcar de Colombia, Tecnicaña, 26-28 agosto, Cali, Colombia. Tecnicaña, Cali, Colombia.
- Gómez, L.A. 1990. Efecto de las liberaciones comerciales de *Trichogramma* sp. para el manejo de *Diatraea* spp. en Caña de Azúcar. Informe especial. Carta Trimestral de Cenicaña 12(4): 11-14.
- Gómez, L.A. y Lastra, L.A. 1995. Insectos asociados con la caña de azúcar en Colombia. pp. 237- 263. En: Cassalett, C.; Torres, J. e Isaacs, C. (eds.). El cultivo de la caña en la zona azucarera de Colombia. Cenicaña, Cali, Colombia. 412 p.
- Gómez, L.A.; Díaz, A.E. y Lastra, L.A. 1996a. Reconocimiento de las especies de *Trichogramma* asociadas con la caña de azúcar en Colombia. Revista de la Sociedad Colombiana de Entomología. Vol. 22. No. 1: 1-5.
- Gómez, L.A.; A. E. Díaz M. y L. A. Lastra B. 1996b. Selection of *Trichogramma* (Hym.: Trichogrammatidae) species for managing sugarcane borers (*Diatraea* spp.) in the Cauca Valley, Colombia. En XXII Congress of the International Society of Sugar Cane Technologists. Cartagena, Colombia. V.2: 581-585.

- Gómez, L.A.; Lastra, L.A.; Gutiérrez, Y. and C.L. de Pulido. 1998. Survey of ants detrimental to *Trichogramma* establishment for sugarcane borer control in the Cauca Valley, Colombia. In: Egg Parasitoids. 5th International Symposium. Cali, Colombia.
- Gómez, L.A.; Quintero, E.M.; Jurado, J.A.; Obando, V.; Larrahondo, J.E. y González, A. 2009. Una versión actualizada de las pérdidas que causan los barrenadores de la caña de azúcar en el valle del río Cauca, pp. 136-143. En: memorias VIII Congreso de la Asociación de Técnicos de la Caña de Azúcar de Colombia, Tecnicaña, 16-18 septiembre, Cali, Colombia. Tecnicaña, Cali, Colombia.
- Gómez, L.A.; y Vargas, G.A 2014. Los barrenadores de la caña de azúcar, *Diatraea* spp., en el valle del río Cauca: investigación participativa con énfasis en control biológico. Documento de Trabajo N°. 734, Cenicaña. Disponible en línea: http://www.cenicana.org/pdf/no_clasificacion/6625.pdf
- Johnson, N.F. and C.A. Triplehorn. 2005. Borror and DeLong's introduction to the study of insects. Cole publishing, Kentucky, USA. 864 p.
- Metcalfe J.R. and J. Breniere. 1969. Egg parasites (*Trichogramma* spp.) for control sugarcane moth borers, pp. 81-115. In J.R. Williams J.R. Metcalfe R. W. Mungomery and R. Mathes (eds.), Pests of Sugar Cane. Elsevier, Amsterdam, The Netherlands.
- Metcalfe, J.R. 1969. The estimation of loss caused by sugarcane, pp. 61-79. In J.R. Williams J.R. Metcalfe R. W. Mungomery and R. Mathes (eds.), Pests of Sugar Cane. Elsevier, Amsterdam, The Netherlands.
- Milligan, S.B.; Balzarini, M. and White, W.H. 2003. Broad-sense heritabilities, genetic correlations, and selection indices for sugarcane borer resistance and their relation to yield loss. Crop Science, Vol. 43. p. 1729-1735.
- Obando, V.P. 2007. Análisis de algunas causas del brote de *Diatraea* spp. (Lepidoptera: Crambidae), observado en el valle del río Cauca, desde 2003. Tesis ingeniera Agrónoma. Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas. San Juan de Pasto, Colombia. 125 p.
- Procaña, 2015. Costos de producción. Disponible en (<http://www.procana.org/portal/index.php>). Consultado el día 10-03-15.
- Stireman, J.O., O'Hara, J.E. and D.M. Wood. 2006. Tachinidae: evolution, behavior and ecology. Annual Review of Entomology. 55: p525-525.
- Trejos, J. A. y Londoño, F. 1985. Distribución de las especies de *Diatraea* (Lepidoptera: Pyralidae) en caña de azúcar en el valle geográfico del río Cauca y algunas observaciones sobre su parasitismo. Tesis ingeniería Agronómica. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Palmira, Colombia. 77 p.
- Vargas, G. A. y Gómez, L. A. 2005. Evaluación del daño causado por *Diatraea* spp. en caña de azúcar y su manejo en el valle del río Cauca. Cali, Cenicaña. 8p. (Serie Divulgativa No.9).
- Vargas, G.A.; Obando, V.P. y Gómez, L.A. 2006. *Jaynesleskia jaynesi*: otra alternativa para el manejo de *Diatraea* spp. Carta Trimestral, No. 2: 3-5. Cenicaña, Cali, Colombia.
- Vargas, G., Lastra, L.A., and Solís M.A. 2013. First record of *Diatraea tabernella* (Lepidoptera: crambidae) in the Cauca river valley of Colombia. Florida Entomologist. 96:1198 – 1201.
- Vargas, G. y Posada, C. 2013. Análisis económico del control biológico de *Diatraea* spp. Disponible en: (http://www.cenicana.org/pdf/no_clasificacion/6622.pdf) Consultado el día 24-02-13.
- Vélez, R. 1997. Plagas agrícolas de impacto económico en Colombia: bionomía y manejo integrado. Editorial universidad de Antioquia, Medellín, Colombia. 482 p.
- White, W. H.; Viator R. P.; Dufrene, E. O.; Dalley, C. D.; Richard, E. P.; y Tew, T. L. 2008. Re-evaluation of sugarcane borer (Lepidoptera: Crambidae) bionomics in Louisiana. Crop Protection. 27: 1256-1261.

Glosario

Caja Petri: recipiente redondo inventado por el bacteriólogo alemán Julius Petri, y que consiste en una base redonda con una tapa de la misma forma de la base, lo que permite un cerrado no hermético.

Control biológico aumentativo: una de las tres clases de control biológico (clásico, de conservación y aumentativo). En este tipo de control el enemigo natural se halla establecido en el campo, pero se requiere incrementarlo mediante liberaciones para regular la plaga.

Cresa: Larva de ciertas moscas.

Fototactismo (negativo y positivo): reacción de los organismos al estímulo luminoso o a la carencia de él, y que se manifiesta en movimientos de orientación.

Infestación: penetración en un organismo vivo, o fijación sobre él, de parasitoides usualmente macroscópicos (larvas, gusanos y protozoos).

Intensidad de infestación: medida de daño de los barrenadores que representa el porcentaje de entrenudos barrenados. Esta denominación es una derivación de la combinación de dos expresiones usadas en forma paralela en el pasado: "porcentaje de entrenudos infestados" y "porcentaje de intensidad".

Larvipositar: algunas especies de Tachinidae son ovovivíparas, es decir que los huevos se desarrollan y eclosionan en el interior de la madre, de tal forma que las crías salen en forma de larvas.

Muestreo secuencial: método de muestreo que parte de estimar un nivel de daño económico por la plaga y de establecer los límites inferior y superior de la población de la plaga con respecto al nivel de daño. Para este muestreo se toman elementos sucesivos sin fijar un tamaño de muestra previo, pero se calcula si la cantidad de elementos observados permite definir si el lote evaluado tiene una población de la plaga por encima o por debajo del nivel de daño económico (sano o afectado) y con base en ello se toma rápidamente una decisión de control.

Muestreo sistemático: tipo de muestreo en el que el primer individuo se escoge al azar y el resto viene condicionado por éste. En el caso de la toma de muestras de caña en las chorras, el primer tallo se elige al azar y los demás se toman a una distancia uniforme del primero y recorriendo las chorras hasta completar el tamaño de la muestra.

Parasitoide: tipo de parásito que por alimentarse del huésped termina matándolo.

Pupario (mosca): cápsula externa y protectora de la pupa de muchos dípteros.

Subescutelo: el escutelo es la parte posterior del tórax de un insecto, y el subescutelo es la parte inferior del escutelo.

Taquínido (a): insecto perteneciente a la familia Tachinidae, del orden Diptera, que abarca un gran número de especies de moscas, algunas de ellas parecidas a las moscas domésticas, pero a diferencia de éstas, en su mayoría son parasitoides de otros insectos, es decir, se desarrollan dentro de su hospedante y finalmente lo matan.

Yagua (de la hoja): tejido fibroso en forma de vaina ubicada en la parte inferior de la hoja de caña, que la une al tallo.



Títulos publicados

Colección de materiales para la transferencia de tecnología en la agroindustria de la caña de azúcar

Sistema de producción agrícola

Herramientas AEPS

- Manejo agronómico del cultivo de la caña de azúcar con enfoque de agricultura específica por sitio, AEPS®

Manejo de aguas

- Control administrativo del riego, CAR
- Balance hídrico para la programación de los riegos en caña de azúcar
- Riego con caudal reducido en cultivos de caña de azúcar

Sanidad vegetal

- Evaluación del daño de los barrenadores de la caña: *Diatraea* spp. y su control

Sistema de producción industrial

Procesos de fábrica

- Evaluación de la eficiencia térmica de calderas en ingenios del sector sucro-energético colombiano

Esta guía metodológica sobre los barrenadores de la caña y las ayudas didácticas relacionadas hacen parte de la Colección de materiales para la transferencia de tecnología en la agroindustria de la caña de azúcar y fueron producidas por Cenicaña como insumos del Programa de Aprendizaje y Asistencia Técnica (PAT).

Quienes reciben los materiales directamente de Cenicaña están autorizados para reproducirlos y adaptarlos en los procesos de capacitación a su cargo, siempre que las modificaciones contribuyan al logro de los objetivos de aprendizaje propuestos por los autores.

Cenicaña mantendrá abiertos sus canales formales de comunicación con los usuarios de la guía para intercambiar las actualizaciones en la materia de aprendizaje y atenderá oportunamente las solicitudes de servicios requeridos para la celebración de las actividades pedagógicas de acuerdo con los términos de compromiso definidos en el PAT.

Publicación Cenicaña

Producción editorial

Servicio de Cooperación Técnica y Transferencia de Tecnología

Coordinación editorial, edición de textos y diagramación

Victoria Carrillo C.

Diseño gráfico, ilustraciones y artes finales

Alcira Arias V.

Fotografías

Banco de imágenes Cenicaña.

Se destacan las contribuciones de: Luz Adriana Lastra, Ana Díaz, Jorge García, Luis Antonio Gómez, Alex Bustillo, Edgar Quintero, Ximena Granobles, Germán Vargas, Margarita Rodríguez y María Claudia Pizarro.

Impresión digital

Feriva S.A. (Cali, Colombia)



Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia

Cenicaña es una corporación privada, sin ánimo de lucro, fundada en 1977 por iniciativa de la Asociación de Cultivadores de Caña de Azúcar de Colombia, Asocaña, y financiada con donaciones directas de los ingenios azucareros y los proveedores de caña localizados en el valle del río Cauca.

Su misión es contribuir al desarrollo, la competitividad y la sostenibilidad del sector agroindustrial de la caña de azúcar de Colombia, mediante la generación de conocimiento y la innovación tecnológica, a través de la investigación, la transferencia de tecnología y la prestación de servicios especializados, con base en un sistema integrado de gestión, para que el sector sea reconocido por sus aportes socioeconómicos y la conservación ambiental de las zonas productoras de caña de azúcar.

Así, el Centro favorece la innovación en la agroindustria gestionando proyectos de investigación y desarrollo acordes con la planeación estratégica del sector productivo. Dirige programas de investigación en variedades, agronomía y procesos de fábrica, y servicios especializados en información y documentación, tecnología informática, análisis económico y estadístico, cooperación técnica y transferencia de tecnología.

En sus funciones de apoyo sectorial, Cenicaña administra la Red Meteorológica Automatizada y la Red PM-10 de la agroindustria azucarera en el valle del río Cauca. Atiende solicitudes de importación de variedades en Colombia y presta servicios de propagación y multiplicación de variedades, análisis de suelo y tejido foliar, inspección fitopatológica en campo y laboratorio, diagnóstico de enfermedades de la caña de azúcar, e información y documentación.

Estación Experimental, vía Cali-Florida km 26.
San Antonio de los Caballeros, Florida (Valle del Cauca, Colombia).



La colección de materiales para la transferencia de tecnología en la agroindustria de la caña de azúcar está dirigida a los profesionales de distintas disciplinas vinculados con el sector azucarero colombiano, que en sus competencias de rol ejercen como facilitadores de la transferencia tecnológica y la adopción, particularmente a quienes planifican, ejecutan y evalúan las actividades de capacitación en las que participan los usuarios finales de la tecnología en el Programa de Aprendizaje y Asistencia Técnica (PAT). Algunos materiales de la colección están dirigidos a los participantes en la capacitación, y les serán entregados por los facilitadores.

La presente guía metodológica está dirigida a los a los facilitadores del PAT, quienes celebran actividades de capacitación con el propósito de transferir la tecnología y facilitar su adopción en las unidades productivas de caña de azúcar. Así, la guía presenta los pasos para la evaluación del daño causado por *Diatraea* spp. y su control, los cuales incluyen el reconocimiento de la plaga en el campo, la estimación del porcentaje de entrenudos barrenados o intensidad de infestación, la liberación de insectos parasitoides como método exclusivo de control y la evaluación económica de la labor. En el programa de capacitación dirigido por los facilitadores participan los productores de caña de azúcar, asistentes técnicos particulares, mayordomos y supervisores, operarios y ayudantes agrícolas.



www.cenicana.org/pat



Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia
Calle 58N No. 3BN-110 Cali, Colombia
www.cenicana.org

